



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE  
JANEIRO  
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE  
INSTITUTO DO CORAÇÃO EDSON SAAD  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM  
MEDICINA (CARDIOLOGIA)

LUIZ ANTONIO VIEGAS DE MIRANDA BASTOS

**MORTALIDADE POR DOENÇAS DO APARELHO CIRCULATORIO NO BRASIL E  
SUA RELAÇÃO COM DETERMINANTES SOCIAIS**

RIO DE JANEIRO

2023

LUIZ ANTONIO VIEGAS DE MIRANDA BASTOS

**Mortalidade por Doenças do Aparelho Circulatório no Brasil e sua Relação com  
Determinantes Sociais**

Tese de Mestrado submetida ao Corpo Docente do Programa de  
Pós-Graduação em Medicina (Cardiologia) do  
Departamento de Clínica Médica da Faculdade de  
Medicina e do Instituto do Coração Edson Saad, da  
Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte  
dos requisitos necessários à obtenção do Grau de  
Mestre em Cardiologia.

Orientadores:

Profa. Dra. Gláucia Maria Moraes de Oliveira

Prof. Dr. Paolo Blanco Villela

Rio de Janeiro

2023

## CIP - Catalogação na Publicação

B327m Bastos, Luiz Antonio Viegas de Miranda  
MORTALIDADE POR DOENÇAS DO APARELHO CIRCULATÓRIO  
NO BRASIL E SUA RELAÇÃO COM DETERMINANTES SOCIAIS /  
Luiz Antonio Viegas de Miranda Bastos. -- Rio de  
Janeiro, 2023.  
105 f.

Orientadora: Glaucia Maria Moraes de Oliveira.  
Coorientador: Paulo Blanco Villela.  
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do  
Rio de Janeiro, Faculdade de Medicina, Programa de  
Pós-Graduação em Medicina (Cardiologia), 2023.

1. Doença do Aparelho Circulatório. 2. Doença  
Isquêmica do Coração. 3. Determinantes sociais. 4.  
Causas múltiplas. 5. Declaração de óbito. I. de  
Oliveira, Glaucia Maria Moraes, orient. II.  
Villela, Paulo Blanco, coorient. III. Título.

Elaborado pelo Sistema de Geração Automática da UFRJ com os dados fornecidos  
pelo(a) autor(a), sob a responsabilidade de Miguel Romeu Amorim Neto - CRB-7/6283.

Luiz Antonio Viegas de Miranda Bastos

Mortalidade por Doenças do Aparelho Circulatório no Brasil e sua Relação com  
Determinantes Sociais

Dissertação submetida ao Corpo Docente do Programa de  
Pós-Graduação em Medicina (Cardiologia) do  
Departamento de Clínica Médica da Faculdade de  
Medicina e do Instituto do Coração Edson Saad, da  
Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte  
dos requisitos necessários à obtenção do Grau de  
Mestre em Cardiologia

Aprovada em \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2023.

Banca examinadora:

---

Professora Dra. Andrea Rocha de Lorenzo  
Universidade Federal do Rio de Janeiro

---

Professora Dra. Katia Vergetti Bloch  
Universidade Federal do Rio de Janeiro

---

Professor Dr. Gabriel Porto Soares  
Universidade Federal do Rio de  
Janeiro

## DEDICATÓRIA

Aos meus queridos pais Cláudio e Ana, guias da minha vida.

À minha amada esposa Leticia, incentivadora dos meus sonhos.

Aos meus irmãos Cláudio e Eduardo, amigos de todos os momentos.

A Deus, base de tudo.

## AGRADECIMENTOS

À minha amada esposa Dra. Leticia Barboza de Miranda, pelo apoio e confiança incondicionais sem os quais este trabalho não seria possível.

À querida Prof<sup>a</sup>. Gláucia Maria Moraes de Oliveira, pela orientação e pelo auxílio incansáveis que me impulsionaram além do que acreditava ser possível. Exemplo de professora para todos os que a conhecem.

Ao querido Prof. Paolo Blanco Villela – inspiração desde os tempos de Hospital Universitário Clementino Fraga Filho (HUCFF) –, cujo projeto deu origem a este trabalho.

Ao querido Prof. Emérito Basílio de Bragança Pereira, por dispor parte do seu imenso conhecimento estatístico.

À querida Profa. Emília Matos, pela realização da análise e orientação no árduo ramo da estatística.

Aos queridos amigos, Dr. José Lucas Peres Bichara e Sandra Chagas da Costa Feliciano, profissionais exemplares que fazem parte deste grupo de pesquisa e foram essenciais em todos este projeto.

À minha família, alicerce moral e guia diário em toda minha caminhada, por tornarem tudo sempre mais fácil e realizável.

A todos os meus amigos e a todos os profissionais de saúde, pela ajuda diária.

## EPÍGRAFE

“A sabedoria começa na reflexão”

Sócrates

## RESUMO

BASTOS, Luiz Antonio Viegas de Miranda. **Mortalidade por Doenças do Aparelho Circulatório no Brasil e sua Relação com Determinantes Sociais**. Rio de Janeiro, 2023. Dissertação (Mestrado em Cardiologia) – Faculdade de Medicina e Instituto do Coração Édson Saad. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2023.

**Contexto:** A mortalidade decorrente das doenças do aparelho circulatório (DAC) aumentou de maneira proporcional ao envelhecimento da população. Diante desse cenário, é importante compreender as enfermidades associadas a essas doenças por meio do método de causas múltiplas de morte. O número de mortes resultantes dessas etiologias está em declínio, entretanto, essa queda é mais lenta nos países em desenvolvimento, enfatizando sua provável relação com determinantes de vulnerabilidade social.

**Objetivos:** Analisar as taxas de mortalidade por DAC e doenças isquêmicas do coração (DIC) no Brasil de 1980 a 2019 e sua associação com o Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) e com o Índice de Vulnerabilidade Social (IVS); e avaliar a mortalidade por doenças isquêmicas do coração no Brasil entre 2006 e 2020 pelo método de causas múltiplas para identificar diferenças dos padrões por sexo e regiões geográficas.

**Métodos:** Estimamos as taxas brutas e padronizadas de mortalidade das DAC e DIC e analisamos a relação delas com o IDHM e com o IVS. Os dados sobre óbitos e população são derivados do Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde (DATASUS). O IDHM e o IVS de cada unidade federativa foram extraídos dos sítios eletrônicos *Atlas Brasil* e *Atlas de Vulnerabilidade Social*, respectivamente. Analisamos, a partir de dados do DATASUS, por meio do método de causas múltiplas, as doenças associadas às DIC quando ela foi definida como causa básica (CB) do óbito e quando aparecia em qualquer linha da declaração de óbito entre os anos de 2006 e 2020. Posteriormente, foram avaliadas as diferenças entre os sexos e as regiões geográficas, com relevância estatística avaliada pelo teste do qui-quadrado, e dependência entre os fatores demonstrada por meio de gráficos de barras empilhadas e grafos de redes de pequeno mundo.

**Resultados:** As taxas de mortalidade padronizadas por idade de DAC e DIC apresentaram tendência de queda em todo o país, mas foi possível observar desigualdade entre as unidades federativas. Houve uma relação inversamente proporcional entre elas e o IDHM. A queda da



mortalidade por DAC e DIC pode ser confirmada quando os índices foram superiores a 0,70 e 0,75, respectivamente. O IVS foi diretamente proporcional às taxas de mortalidade padronizadas de DAC e DIC apresentando tendência à mortalidade ascendente com IVS superior a 0,35. As DIC, quando CB, foram associadas a infarto agudo do miocárdio (IAM), hipertensão arterial (HA), doença isquêmica crônica do coração (DICC), insuficiência cardíaca (IC) e diabetes melito (DM), nessa ordem. Quando as DIC foram causa associada, observaram-se as seguintes CB: IAM seguido por DM, DICC, doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC), acidente vascular cerebral (AVC) e dislipidemia, assim como covid-19 em 2020. No sexo feminino, destacaram-se DM como CB e menção, HA como CB e DICC e doença de Alzheimer como menção, enquanto no sexo masculino, dependência química como CB e menção, e câncer como menção. Nas regiões Norte e Nordeste, destacaram-se DM e AVC; no Centro-Oeste, dislipidemia e obesidade; no Sul e Sudeste, doença de Alzheimer; e, no Sul, DICC e DPOC.

**Conclusões:** Os determinantes sociais, representados pelo IDHM e pelo IVS, estiveram relacionados à mortalidade por DAC e DIC nas unidades federativas brasileiras. As unidades com maior desenvolvimento e menor desigualdade social apresentaram menor mortalidade por essas causas. Os indivíduos mais vulneráveis são os que mais morrem. Além disso, enquanto CB, outras enfermidades associaram-se com DIC, como IAM, HA, DICC, IC e DM. As DIC relacionam-se com outras CB, como IAM, DM, DICC, DPOC e AVC. A proporção dessas associações variou entre os sexos e as regiões geográficas. Assim, a compreensão dessas relações e dos determinantes sociais possibilitará o melhor direcionamento de investimentos em saúde.

**Palavras-chave:** Doenças do aparelho circulatório; Doenças isquêmicas do coração; Determinantes sociais; Índice de Desenvolvimento Humano Municipal; IDHM; Índice de Vulnerabilidade Social; IVS; Causas múltiplas de morte, Declaração de óbito.

## ABSTRACT

BASTOS, Luiz Antonio Viegas de Miranda. **Mortality from Diseases of the Circulatory System in Brazil and its Relationship with Social Determinants**. Rio de Janeiro, 2023. Dissertation (Master's in Cardiology) – Faculty of Medicine and Édson Saad Heart Institute. Federal University of Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2023.

Context: Mortality due to diseases of the circulatory system (DCS) has increased proportionally with the aging of the population. Given this scenario, it is important to understand the pathologies associated with these diseases through the method of multiple causes of death. The number of deaths resulting from these etiologies is declining, however, this decline is slower among developing countries, emphasizing its probable relationship with determinants of social vulnerability.

Objectives: To analyze mortality rates due to diseases of the circulatory system and ischemic heart diseases in Brazil from 1980 to 2019 and their association with the Municipal Human Development Index (MHDI) and the Social Vulnerability Index (SVI); and to assess mortality from ischemic heart disease in Brazil between 2006 and 2020 using the multiple-cause method to identify differences in patterns by gender and geographic region.

Methods: We estimated crude and standardized mortality rates for DCS and ischemic heart diseases (IHD) and analyzed their relationship with MHDI and SVI. Data on deaths and population are derived from the Department of Informatics of the Unified Health System (DATASUS). The IDHM and SVI of each federative unit were extracted from the *Atlas Brasil* and *Atlas de Vulnerabilidade Social* websites, respectively. We analyzed, based on DATASUS data, using the multiple causes method, the diseases associated with IHD when it was defined as the underlying cause (UC) of death and when it appeared in any line of the death certificate between the years 2006 and 2020. Subsequently, differences between genders and geographic regions were evaluated, with statistical relevance assessed by the chi-square test, and dependence between factors demonstrated through stacked bar graphs and small-world network graphs.

Results: Age-standardized mortality rates for DCS and IHD showed a downward trend throughout the country, but it was possible to observe inequality between the federative units. There was an inversely proportional relationship between them and the MHDI. The drop in

mortality from DCS and IHD can be confirmed when the indices were greater than 0.70 and 0.75, respectively. The SVI was directly proportional to the standardized mortality rates of DCS and IHD with an ascending mortality trend with an SVI greater than 0.35. IHD, when UC, were associated with acute myocardial infarction (AMI), hypertension (HT), chronic ischemic heart disease (CIHD), heart failure (HF) and diabetes mellitus (DM), in that order. When IHD were an associated cause, the following UCs were observed: AMI followed by DM, CIHD, chronic obstructive pulmonary disease (COPD), stroke and dyslipidemia, as well as covid-19 in 2020. In females, DM as UC and mention, HT as UC and CIHD and Alzheimer's disease as mention, while in men, chemical dependency (UC and mention) and cancer (mention). In the North and Northeast regions, DM and stroke stood out; in the Midwest, dyslipidemia and obesity; in the South and Southeast, Alzheimer's disease; and, in the South, CIHD and COPD.

Conclusions: The social determinants, represented by the MHDI and the SVI, were related to mortality from DCS and IHD in the Brazilian federative units. Units with greater development and less social inequality had lower mortality from these causes. The most vulnerable individuals are the ones who die the most. In addition, while UC, other diseases were associated with IHD, such as AMI, HT, CIHD, HF and DM. IHD is related to other UCs, such as AMI, DM, CIHD, COPD and stroke. The proportion of these associations varied between genders and geographic regions. Thus, understanding these relationships and social determinants will enable better targeting of investments in health.

Keywords: Circulatory system diseases; Ischemic heart disease; Social determinants; Municipal Human Development Index; MHDI; Social Vulnerability Index; SVI; Multiple causes of death; Death certificate.

## Lista de figuras

### ARTIGO I:

Figura 1. Taxa de mortalidade padronizada por DAC, por UF, região e território nacional de 1980 a 2019.....41

Figura 2. Taxa de mortalidade padronizada por DIC, por UF, região e território nacional de 1980 a 2019.....42

Figura 3. Relação entre as taxas de mortalidade padronizadas por DAC e DIC e o IDHM de 1991 a 2010.....43

Figura 4. Relação entre as taxas de mortalidade padronizadas por DAC e DIC e IDHM em 1991 e 2000.....45

Figura 5. Relação entre as taxas de mortalidade padronizadas por DAC e DIC e o IVS de 2000 a 2010.....47

Figura 6. Relação entre as taxas de mortalidade padronizadas por DAC e DIC e o IVS de 2000.....48

### ARTIGO II:

Figura 1. Causas múltiplas associadas às doenças isquêmicas do coração (DIC) no Brasil de 2006 a 2020 por sexo e região geográfica.....67

Figura 2. Causas básicas associadas à DIC no Brasil, de 2006 a 2020, por sexo e região geográfica.....69

Figuras 3A e 3B. Modelo de rede de pequeno mundo (small-world network) com representação grafo das treze principais doenças associadas quando as DIC são codificadas como causa básica e das dezesseis doenças codificadas como causa básica quando as DIC são citadas em qualquer linha da Declaração de Óbito estratificadas por sexo e região geográfica.....71

## Lista de tabelas

### ARTIGO II:

TABELA 1- Distribuição, pelo número de citações, absoluto e percentual, das principais doenças associadas às doenças isquêmicas do coração (DIC) e causas básicas de óbito quando as DIC estiveram presentes em pelo menos uma linha da DO no Brasil, de 2006 a 2020, estratificadas por sexo.....63

TABELA 2- Distribuição, pelo número de citações, absoluto e percentual, das doenças associadas às doenças isquêmicas do coração (DIC) e causas básicas de óbito quando as DIC estiveram presentes em pelo menos uma linha da DO no Brasil de 2006 a 2020, distribuídas por região geográfica.....64

### **Lista de abreviaturas e siglas:**

AC => Acre

AL => Alagoas

AM => Amazonas

AP => Amapá

AVC => Acidente vascular cerebral

BA => Bahia

CA => Câncer

CB => Causa básica

CE => Ceará

CEP => Comitê de Ética em Pesquisa

CID => Classificação Internacional de Doenças

CL => Códigos-lixo

COVID-19 => Coronavírus

CONEP => Comissão Nacional de Ética em Pesquisa

CM => Causa múltipla

DAC => Doença do aparelho circulatório

DATASUS => Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde

DCBV => Doenças cerebrovasculares

DCh => Doença de Chagas

DCNT => Doenças crônicas não transmissíveis

DCV => Doenças cardiovasculares

DEP => Dependência química

DF => Distrito Federal

DIC => Doenças isquêmicas do coração

DICC => Doença isquêmica crônica do coração

DLP => Dislipidemia

DM => Diabetes melito

DO => Declaração de óbito

DPOC => Doença pulmonar obstrutiva crônica

DRA => Doença renal aguda

DRC => Doença renal crônica

ES => Espírito Santo

EP => Embolia pulmonar

GBD => Global Burden Disease

GO => Goiás

HA => Hipertensão arterial

IAM => Infarto agudo do miocárdio

IBGE => Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IC => Insuficiência cardíaca

IDHM => Índice de Desenvolvimento Humano Municipal

IDS => Índice de desenvolvimento social

IMC => Índice de massa corporal

IPEA => Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada

IVS => Índice de Vulnerabilidade Social

MA => Maranhão

MG => Minas Gerais

MS => Mato Grosso do Sul

MT => Mato Grosso

OMS => Organização Mundial da Saúde

PA => Pará

PB => Paraíba

PE => Pernambuco

PI => Piauí

PIB => Produto interno bruto

PNUD => Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento

PR => Paraná

RG => Regiões geográficas

RJ => Rio de Janeiro

RO => Rondônia

RN => Rio Grande do Norte

RR => Roraima

RS => Rio Grande do Sul



SC => Santa Catarina

SE => Sergipe

SIM => Sistema de Informações sobre Mortalidade

SP => São Paulo

TO => Tocantins

UF => Unidade federativa

### **Abbreviations and acronyms**

AMI => Acute myocardial infarction

CIHD => Chronic ischemic heart disease

COPD => Chronic obstructive pulmonary disease

DATASUS => Department of Informatics of the Unified Health System

DC => Death certificates

DCS => Diseases of the circulatory system

DM => Diabetes mellitus

HF => Heart failure

HT => Hypertension

IHD => Ischemic heart diseases

MHDI => Municipal Human Development Index

SVI => Social Vulnerability Index

UC => Underlying cause

## Sumário

INTRODUÇÃO.....	20
CONSIDERAÇÕES INICIAIS.....	21
Doenças do Aparelho Circulatório.....	21
Doenças Isquêmicas do Coração.....	21
Fatores de risco.....	21
Determinantes sociais em saúde.....	22
Índice de Desenvolvimento Humano.....	22
Índice de Vulnerabilidade Social.....	23
Envelhecimento e doenças crônicas.....	23
Declaração de óbito e causas múltiplas.....	24
Rede de pequeno mundo ( <i>small-world network</i> ).....	25
Referências.....	27
ASPECTOS ÉTICOS EM PESQUISA.....	30
JUSTIFICATIVA.....	31
OBJETIVOS.....	32
ARTIGO I: Mortalidade por Doenças do Aparelho Circulatório no Brasil e sua Relação com Determinantes Sociais com Foco em Vulnerabilidade: Estudo Ecológico.....	33
Resumo.....	33
Abstract.....	35
Introdução.....	37
Métodos.....	38
Resultados.....	40
Discussão.....	48

Conclusão.....	51
Referências.....	53
ARTIGO II: Mortalidade por Doença Isquêmica do Coração: Análise por Causas Múltiplas.....	56
Resumo.....	56
Abstract.....	58
Introdução.....	60
Métodos.....	61
Resultados.....	62
Discussão.....	72
Conclusão.....	74
Referências.....	76
Anexos do artigo II.....	80
Considerações finais.....	89
Perspectivas futuras.....	90
Anexos.....	91
1- Artigo “Mortality from Diseases of the Circulatory System in Brazil and its Relationship with Social Determinants Focusing on Vulnerability: an ecological study” publicado na BMC Public Health no dia 20 de outubro de 2022.....	91
2- Participação no Congresso Europeu de Cardiologia de 2021, concorrendo a prêmio de jovem pesquisador, com <i>e-poster</i> com título: <i>Social determinants and mortality from cardiovascular disease in Brazil</i> .....	102
3- Participação no Congresso Brasileiro de Cardiologia de 2021 com apresentação de tema livre oral, concorrendo a prêmio entre os jovens pesquisadores, com título:	

“Determinante social e mortalidade por doença isquêmica do coração no Brasil”  
.....103

4- Participação no Congresso Brasileiro de Cardiologia de 2021 – *e-poster* com o título: “Determinante social e mortalidade por doença do aparelho circulatório no Brasil entre 1980 e 2019.....104

5- Participação no Congresso Brasileiro de Cardiologia e no Congresso Mundial de Cardiologia de 2022 – *e-poster* com o título: “Mortality from diseases of the circulatory system in Brazil and its relationship with social determinants focusing on vulnerability”.....105

## Introdução

Esta dissertação baseia-se em dois artigos padronizados para publicação em periódicos científicos, ambos introduzidos por uma seção denominada Considerações iniciais, na qual são explicados e exemplificados conceitos importantes para a plena compreensão do tema abordado.

O primeiro artigo, intitulado *Mortality from Diseases of the Circulatory System in Brazil and its Relationship with Social Determinants Focusing on Vulnerability: an ecological study* (“Mortalidade por Doenças do Aparelho Circulatório no Brasil e sua Relação com Determinantes Sociais com Foco em Vulnerabilidade: estudo ecológico”) e publicado na *BMC Public Health*, em 20 de outubro de 2022, apresenta as taxas de mortalidade bruta e padronizada, por DAC e DIC, ocorridas no Brasil entre 1980 e 2019 em todas as faixas etárias e em ambos os sexos por unidade federativa e região geográfica. Posteriormente, avalia-se sua relação com determinantes sociais por meio do Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) e do Índice de Vulnerabilidade Social (IVS).

O segundo artigo, intitulado *Mortalidade por doença isquêmica do coração: análise por causas múltiplas*, ainda não submetido a periódico, analisa DIC como causa CB e como causa associada usando o método por causas múltiplas no Brasil entre 2006 e 2020 de acordo com sexo e região geográfica.

Após cada artigo, finalizamos esta dissertação com a seção Considerações finais, na qual concluímos a discussão e elaboramos perspectivas futuras sobre o tema.

## Considerações iniciais

### Doenças do Aparelho Circulatório:

Segundo a Classificação Internacional de Doenças (CID), as doenças do aparelho circulatório (DAC) são patologias que acometem o coração e/ou o sistema circulatório e abrangem: doenças isquêmicas do coração (DIC); doenças cerebrovasculares (DCBV); doenças hipertensivas; cardiomiopatias; doenças reumáticas do coração; doenças valvares não reumáticas; miocardite; endocardite; doenças pericárdicas; arritmias cardíacas; doenças cardiopulmonares e da circulação pulmonar; doenças das artérias, das arteríolas e dos capilares; doenças das veias, dos vasos linfáticos e dos gânglios linfáticos entre outras.<sup>1,2</sup>

As DAC são as principais causas de morte em todo o mundo. Segundo dados da Organização Mundial da Saúde (OMS), as DAC foram responsáveis por mais de 17,9 milhões de mortes em 2019, o que representou 32% das mortes em todo o mundo.<sup>3,4</sup>

No Brasil, as DAC são a principal causa de morte desde 1960. De acordo com as estimativas do *Global Burden Disease* (GBD), a taxa de mortalidade por DAC no Brasil em 2019 foi de 175,7 por 100.000 habitantes, 30% do total de óbitos do país.<sup>5</sup>

### Doenças Isquêmicas do Coração:

As DIC são as doenças relacionadas diretamente ao coração e sua irrigação e são compostas de: doença isquêmica crônica do coração; doença aterosclerótica do coração; infarto agudo do miocárdio; angina *pectoris*; aneurisma cardíaco; aneurisma de artéria coronária; miocardiopatia isquêmica; isquemia miocárdica silenciosa.<sup>2</sup> No mundo, as DIC são as principais responsáveis pelas mortes entre as DAC, correspondendo a 8,9 milhões em 2019.<sup>4</sup> No Brasil, segundo os dados do GBD nesse mesmo ano, esse padrão se manteve, totalizando 171.246 dos óbitos (12% do total de mortes e 41% das mortes por DAC).<sup>5</sup>

Portanto, a compreensão de suas causas, seus fatores de risco, complicações e de quais são as doenças relacionadas motivou o alto investimento em pesquisa ao longo dos anos por ser muito importante no contexto de saúde pública.<sup>5</sup>

### Fatores de risco:

As DAC e, conseqüentemente, as DIC apresentam muitos fatores de risco, entre eles: tabagismo, etilismo, sedentarismo, dieta não saudável (rica em carboidratos, gorduras e alimentos processados), disglícemia (glicemia de jejum acima de 126 mg/dL ou hemoglobina glicada acima de 6,4%), dislipidemia (aumento do colesterol com predomínio do LDL) e sobrepeso/obesidade (IMC acima de 25 e 30 kg/m<sup>2</sup>, respectivamente), os quais, a partir de um melhor controle e cuidado, geraram queda da mortalidade por essas causas desde a metade do século XX.<sup>6,7</sup> Essa queda, contudo, foi menos acentuada nos países em desenvolvimento, sugerindo que desenvolvimento social é também um fator de risco relacionado a DAC e DIC.<sup>7</sup>

Como demonstram estudos internacionais comparativos de níveis de escolaridade, etnia, e renda.<sup>8-11</sup> A queda na mortalidade também pode ser observada no Brasil com desigualdade entre as regiões geográficas, considerando-se fatores socioeconômicos.<sup>12-17</sup>

### **Determinantes sociais em saúde:**

Determinantes sociais são fatores relacionados às condições de vida de um cidadão, abordando questões laborais, sociais, econômicas, raciais/étnicas e culturais, para definir, a partir desses e de outros critérios, a hierarquia social e permitir compará-la em diferentes grupos. Eles são estudados desde o século XIX e sua história confunde-se com a da saúde pública.<sup>18</sup>

Entre os determinantes sociais, podemos citar desde fatores isolados, como escolaridade, local de residência, nível de renda, até fatores mais complexos e compostos por um número maior de variáveis, como o produto interno bruto (PIB) per capita, o índice de desenvolvimento social (IDS), que avalia a expectativa de vida ao nascer, educação, conforto e saneamento, o índice de desenvolvimento humano (IDH), que analisa expectativa de vida, educação e renda, e o índice de vulnerabilidade social (IVS), que analisa a vulnerabilidade social por meio da falta de direitos básicos.<sup>5</sup>

### **Índice de Desenvolvimento Humano:**

O índice de desenvolvimento humano (IDH) foi criado pelo paquistanês Mahbub Ul Haq e pelo indiano Amartya Sen e usado pela primeira vez pelo Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD) em 1990.<sup>19</sup>

Esse indicador avalia o desenvolvimento socioeconômico de um município, estado ou país por meio da análise de dados sobre saúde, educação e renda, adquiridos pela avaliação da riqueza com base no PIB médio e na renda per capita, alfabetização/tempo de escolaridade, expectativa de vida e taxas de natalidade. Esse índice varia de 0 a 1, e quanto maior ele for, maior o progresso daquela região. O índice menor que 0,500 é considerado baixo; entre 0,500 e 0,799, médio; entre 0,800 e 0,899, alto; e maior ou igual a 0,900, muito alto.<sup>19,20</sup>

O IDH é o índice social mais conhecido e conceituado atualmente e vem sendo usado como referência na maioria dos estudos sobre o tema por ser composto de fatores de fácil aquisição e análise, ultrapassando a análise econômica ao mensurar o desenvolvimento social e ser um excelente método de classificação e comparação entre regiões. Contudo, ele tem limitações ao não considerar a qualidade de vida, apenas a expectativa de vida, nem a qualidade do ensino, apenas o tempo de escolaridade, o que pode ser explicado pela dificuldade de se graduar qualidade. Além disso, não é o melhor método para trabalhar a desigualdade social em um mesmo território ou comunidade, uma vez que utiliza o mesmo índice para cidadãos de realidades completamente diferentes.

### **Índice de Vulnerabilidade Social:**

O Índice de Vulnerabilidade Social (IVS) complementa o IDH ao realizar uma análise da comunidade, mapeando a exclusão e a vulnerabilidade sociais, por exemplo nos municípios brasileiros. O IVS analisa direitos que deveriam ser básicos e estar à disposição de todo cidadão e o acesso, a ausência ou a insuficiência de alguns deles em determinadas áreas do território brasileiro.<sup>21</sup>

Esse indicador sintetiza dados de infraestrutura urbana, capital humano e renda/trabalho. Assim como o IDH, o IVS varia de 0 a 1, mas com análise inversa, pois quanto menor o IVS, menor a desigualdade naquela região, e quanto maior o IVS, mais desigual a região. O índice de 0 a 0,2 indica vulnerabilidade social muito baixa; de 0,201 a 0,3, baixa; de 0,301 a 0,4, mediana; de 0,401 a 0,5, alta; e de 0,501 a 1, muito alta.<sup>21</sup>

Sendo assim, os vulneráveis sociais são aqueles que se encontram à margem da sociedade, não são mais representados por ela e dependem da ajuda do governo ou do setor privado para sobreviver.<sup>21</sup>

### **Envelhecimento e doenças crônicas:**



Nas últimas décadas, a população mundial envelheceu. Esse fenômeno justifica-se por melhorias em saúde preventiva e curativa. O aprimoramento do tratamento das doenças infecciosas provocou redução da mortalidade por essas causas, no entanto verificou-se aumento proporcional da mortalidade por doenças crônicas não transmissíveis (DCNT), que, em 2019, representavam mais de 75% dos óbitos, estando as DAC entre as principais delas. Assim, houve o aumento da sobrevida da população que, conseqüentemente, desenvolve mais DCNT ao longo da vida, o que é amplificado pelo melhor tratamento dessas doenças, o que reduz a mortalidade, mas não promove a cura, aumentando sua prevalência.<sup>22</sup>

Apesar do aperfeiçoamento dessas terapias proporcionar ganho de sobrevida, a maioria das mortes é considerada evitável caso ocorra a diminuição de seus fatores de risco, como cessação do tabagismo e etilismo, dieta adequada, prática de exercícios físicos, desenvolvimento socioeconômico ou maior controle de doenças associadas. Contudo, a despeito do amplo entendimento dessas enfermidades, ainda há necessidade de melhor compreensão de outros fatores de risco e doenças relacionadas para que seja possível aprimorar sua prevenção e terapêutica, aumentando a sobrevida e a qualidade de vida.

### **Declaração de óbito e causas múltiplas:**

A primeira declaração de óbito surgiu de forma improvisada a partir da análise de tabelas mortuárias de paróquias de Londres pelo cientista John Graunt, em 1662, cujo foco era avaliar a incidência de mortalidade, suas principais causas e sua sazonalidade. Posteriormente, em 1839, William Farr criou a classificação de causas de mortes, que daria origem à Classificação Internacional de Doenças (CID), com o intuito de melhor organizar as informações sobre o tema. Ao longo dos anos, vários países passaram a preencher declarações de óbito, contudo, apenas em 1925, a Organização de Saúde da Liga das Nações padronizou esses documentos. No Brasil, essa regulação demorou ainda mais e foi concluída apenas em 1976. O modelo adotado nessa época em nosso país consistia em 3 linhas na parte I, as quais deveriam ser preenchidas com a causa básica da morte e suas causas sequenciais, e 1 linha para causas contribuintes na parte II. Anos depois, em 1999, por recomendação da OMS, foi acrescentada mais 1 linha na parte I com o intuito de informar um maior número de doenças.<sup>23</sup>

As declarações de óbito têm função jurídica ao definir de forma documental e inquestionável que aquele cidadão está morto, legitimando todas as conseqüências derivadas de sua morte. Contudo, sua importância vai além, pois tem um papel epidemiológico vital ao

registrar as principais causas de óbito e sua distribuição regional. A fim de possibilitar essa organização, foi estabelecido o modelo de causa básica ou primária, por meio do qual o tabelamento dos dados de cada óbito era feito de forma a definir uma causa única responsável pelos óbitos, facilitando assim a programação de investimentos e melhoras na Saúde Pública com foco nas doenças mais comuns ou mais letais.<sup>23,24</sup>

Entretanto, não há sempre como definir de forma precisa uma única causa que justifique o óbito. Isso deve-se, entre outros motivos, ao envelhecimento da população associado ao aumento de doenças crônicas com fatores de risco semelhantes e que influenciam de maneira conjunta a evolução do paciente, além de tornarem a análise, a partir da causa básica, incompleta e não condizente com a realidade, levando a perda de informações de outras patologias que podem ter influenciado o desfecho.<sup>24-27</sup>

Esse raciocínio motivou o aumento do uso do método baseado em causas múltiplas que é um conceito de valorização de todas as doenças presentes no momento do óbito e que possam tê-lo influenciado por meio da análise todas as causas mencionadas na DO, ou seja, aquelas presentes nas linhas A, B, C e D da parte I e na parte II.<sup>23</sup> Essa informação pode ser obtida por meio da própria declaração de óbito, assim como da revisão de prontuário, de exames e de necrópsias. Com isso, é possível ampliar o campo de visão e esclarecer os investimentos que podem ser realizados no intuito de reduzir o número de mortes.

### **Rede de pequeno mundo (*small-world network*):**

Rede de pequeno mundo, criada pelo sociólogo Duncan Watts e pelo matemático Steven Strogatz, é o grafo em que a distância  $L$  entre dois nodos aleatórios cresce proporcionalmente ao algoritmo do número de nodos presentes na rede  $N$  ( $L \propto \log N$ ). Assim, as conexões ocorrem entre os vértices mais próximos com a distância média entre dois vértices não ultrapassando um número pequeno de vértices. Os vértices são interligados pelo menor caminho.<sup>28,29</sup>

As redes de pequeno mundo têm sido amplamente utilizadas em diversas aplicações, que vão desde as redes sociais até os sistemas biológicos.<sup>30,31,32</sup> Essas redes constituem modelos simples que podem ser organizados como grafos, representações matemáticas em que um conjunto de vértices são conectados por arestas ou arcos, capazes de representar estruturas, tais como malhas viárias e ligações moleculares.<sup>33</sup> Neste trabalho, as redes de

pequenos mundos foram representadas por grafos em que a espessura do arco é proporcional ao número de ligações entre os vértices.

**Referências:**

1. ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DA SAÚDE (OPAS/OMS). **Doenças cardiovasculares**. Disponível em: <https://www.paho.org/pt/topicos/doencas-cardiovasculares>. Acesso em: 23 maio 2022.
2. WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). **International Statistical Classification of Diseases and Related Health Problems: International Classification of Diseases. 10th rev.** São Paulo: EDUSP; 1995. Disponível em: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/42980>. Acesso em: 06 jun 2022.
3. WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). **Cardiovascular Diseases (CVDs)**. Disponível em: [https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/cardiovascular-diseases-\(cvds\)](https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/cardiovascular-diseases-(cvds)). Acesso em: 06 abr 2022.
4. WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). **The top 10 causes of death**. Disponível em: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/the-top-10-causes-of-death>. Acesso em: 06 abr 2022.
5. OLIVEIRA, G.M.M. et al. **Estatística Cardiovascular – Brasil 2021**. Arq. Bras. Cardiol. 2022;118(1):115-373. doi: 10.36660/abc.20211012. PMID: 35195219; PMCID: PMC8959063.
6. MENSAH, G.A. et al. **Decline in Cardiovascular Mortality: Possible Causes and Implications (nih.gov)**. Circ Res. 2017 Jan 20; 120(2): 366-380. doi: 10.1161/CIRCRESAHA.116.309115. PMID: 28104770; PMCID: PMC5268076.
7. MORAN, A.E. et al. **Temporal Trends in Ischemic Heart Disease Mortality in 21 World Regions, 1980 to 2010 The Global Burden of Disease 2010 Study**. Circulation. 2014 April 8; 129(14):1483-1492. doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.113.004042. Epub 2014 Feb 26. PMID: 24573352; PMCID: PMC4181359.
8. HOLME, I. et al. **Coronary risk factors and socioeconomic status – The Oslo Study**. The Lancet, 1977 Sep 30;97(27):1380-2. PMID: 910236.
9. ABBASI, S.H. et al. **Socioeconomic Status and in-hospital Mortality of Acute Coronary Syndrome: Can Education and Occupation Serve as Preventive Measures?** Int J Prev Med. 2015 May 4;6:36. doi: 10.4103/2008-7802.156266. eCollection 2015. PMID: 25984286; PMCID: PMC4427988.
10. NADRUZ, Jr.W. et al. **Widening Racial Differences in Risks for Coronary Heart Disease**. Circulation. 2018 Mar 13;137(11):1195-1197. doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.117.030564. PMID: 29530895; PMCID: PMC5854206.
11. ASTROM, D.O.; SUNDQUIST, J.; SUNDQUIST, K. **Differences in declining mortality rates due to coronary heart disease by neighborhood deprivation**. J epidemiol

**Community Health.** 2018 April; 72(4): 314-318. doi: 10.1136/jech-2017-210105. PMID: 29330167; PMCID: PMC6711481.

12. BRANT, L.C.C. et al. **Variations and particularities in cardiovascular disease mortality in Brazil and Brazilian states in 1990 and 2015: estimates from the Global Burden of Disease - PubMed (nih.gov).** Rev Bras Epidemiol. 2017 May;20Suppl 01(Suppl 01):116-128. doi: 10.1590/1980-5497201700050010. PMID: 28658377.

13. MANSUR, A.P.; FAVARATO, D. **Mortality due to Cardiovascular Diseases in Women and Men in the Five Brazilian Regions, 1980-2012.** Arq Bras Cardiol. 2016 Aug;107(2):137-46. doi: 10.5935/abc.20160102. PMID: 27437866; PMCID: PMC5074067.

14. BAENA, C.P. et al. **Ischaemic heart disease deaths in Brazil: current trends, regional disparities and future projections.** Heart. 2013 Sep;99(18):1359-64. doi: 10.1136/heartjnl-2013-303617. PMID: 23886609.

15. SOARES, G.P. et al. **Evolution of Mortality from Diseases of the Circulatory System and of Gross Domestic Product per Capita in the Rio de Janeiro State Municipalities.** Int. J. Cardiovasc. Sci., 2018 Abr;31(2):123-32. doi: 10.5935/2359-4802.20180003.

16. VILLELA, P.B.; KLEIN, C.H.; OLIVEIRA, G.M.M. **Socioeconomic factors and mortality due to cerebrovascular and hypertensive disease in Brazil.** Rev Port Cardiol (Engl Ed). 2019 Mar;38(3):205-212. doi: 10.1016/j.repc.2018.07.007. PMID: 31028004.

17. SOUZA, C.D.F. et al. **Cerebrovascular Disease Mortality Trend in Brazil (1996 To 2015) and Association with Human Development Index and Social Vulnerability - PubMed (nih.gov).** Arq Bras Cardiol. 2021; 116(1):89-99. doi: 10.36660/abc.20190532. PMID: 33566971; PMCID: PMC8159516.

18. FUNDAÇÃO OSWALDO CRUZ (FIOCRUZ). **Determinantes sociais.** Disponível em: <https://pensesus.fiocruz.br/determinantes-sociais>. Acesso em: 12 nov 2022.

19. MOTA, H. **"O que é IDH?"; Brasil Escola.** Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/o-que-e/geografia/o-que-e-idh.htm>. Acesso em: 31 out 2022.

20. OBSERVATÓRIO ECONÔMICO DE CONTAGEM. **Índice de Vulnerabilidade Social (IVS).** Disponível em: <http://portalpmc.contagem.mg.gov.br/observatorio/ivs>. Acesso em: 06 abr 2022.

21. INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA. **Ipea mapeia vulnerabilidade social nos municípios brasileiros.** Disponível em: <https://ipea.gov.br/portal/categorias/45-todas-as-noticias/noticias/3233-ipea-mapeia-vulnerabilidade-social-nos-municipios-brasileiros>. Acesso em: 06 abr 2022.

22. WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). **Invisible numbers - The true extent of noncommunicable diseases and what to do about them.** Disponível em: <file:///C:/Users/luiza/Downloads/DCNT-2022-WHO.pdf>. Acesso em: 12 nov 2022.

23. ISHITANI, L.H.; FRANÇA, E. **Uso das causas múltiplas de morte em saúde pública.** *Inf. Epidemiol. Sus.* 2021; 10(4): 163 – 175. <http://dx.doi.org/10.5123/S0104-16732001000400003>.
24. LAURENTI, R.; SILVEIRA, M.H. **Causas múltiplas de morte.** *Rev Saúde Pública.* 1972. 6:97-102. <https://doi.org/10.1590/S0034-89101972000100011>.
25. SANTO AH. **Potencial epidemiológico da utilização das causas múltiplas de morte por meio de suas menções nas declarações de óbito, Brasil, 2003.** *Rev Panam Salud Publica.* 2007;22(3):178–86.
26. VILLELA, P.B.; KLEIN, C.H.; OLIVEIRA, G.M.M. **Cerebrovascular and hypertensive diseases as multiple causes of death in Brazil from 2004 to 2013.** *Public Health.* 2018 Aug;161:36-42. doi: 10.1016/j.puhe.2018.04.006. PMID: 29870833.
27. VILLELA, P.B.; SANTOS, S.C.; OLIVEIRA, G.M.M. **Heart failure quantified by underlying cause and multiple cause of death in Brazil between 2006 and 2016.** *BMC Public Health.* 2021 Nov 15;21(1):2100. doi: 10.1186/s12889-021-12173-x. PMID: 34781911; PMCID: PMC8594227.
28. **REDES de pequeno mundo.** In: WIKIPÉDIA: a enciclopédia livre. [São Francisco, CA: Fundação Wikimedia], 2017. Disponível em: [https://pt.wikipedia.org/wiki/Redes\\_de\\_pequeno\\_mundo](https://pt.wikipedia.org/wiki/Redes_de_pequeno_mundo). Acesso em: 21 fev 2023.
29. JUNIOR, P.R.C. **Análise dos fatores relacionados à mortalidade hospitalar e sobrevida na endocardite infecciosa.** Tese (Doutorado em Cardiologia) - Faculdade de Medicina e Instituto do Coração Edson Saad da Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ. Rio de Janeiro, p. 93. 2021.
30. BASSETT, D.S.; BULLMORE, E. **Small-world brain networks.** *Neuroscientist.* 2006 Dec;12(6):512-23. doi: 10.1177/1073858406293182. PMID: 17079517.
31. FERREIRA, L.N. et al. **The small-world network of global protests.** *Sci Rep.* 2021 Sep 28;11(1):19215. doi: 10.1038/s41598-021-98628-y. PMID: 34584133; PMCID: PMC8479126.
32. SONG, K. et al. **Altered Small-World Functional Network Topology in Patients with Optic Neuritis: A Resting-State fMRI Study.** *Dis Markers.* 2021 Jun 14;2021:9948751. doi: 10.1155/2021/9948751. PMID: 34221189; PMCID: PMC8219459.
33. WATTS, D.J.; STROGATZ, S.H. **Collective dynamics of 'small-world' networks.** *Nature.* 1998. 393(6684):440-2. doi: 10.1038/30918. PMID: 9623998.

### **Aspectos éticos em pesquisa**

O presente trabalho apresenta dados de domínio público, com acesso irrestrito, retirados do sítio eletrônico do DATASUS. Este projeto não necessitou de registro na Plataforma Brasil para submissão a um Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) e à Comissão Nacional de Ética em Pesquisa (CONEP), pois as bases consultadas não continham informações sigilosas.

### **Justificativa**

A compreensão da evolução da mortalidade por doenças do aparelho circulatório e doenças isquêmicas do coração nas unidades federativas brasileiras entre 1980 e 2019 é importante para guiar iniciativas no nosso país a fim de reduzir a parcela significativa desses óbitos. A avaliação da possibilidade de haver uma relação entre essas mortes e os determinantes sociais e qual seria essa associação é necessária para justificar e ampliar investimentos em uma questão muito negligenciada que é o desenvolvimento social.

Além disso, o entendimento das enfermidades associadas às doenças isquêmicas do coração e às quais elas se associam é importante para ampliar a prevenção e o tratamento, atuando em fatores de risco e desenvolvendo terapias que reduzam a mortalidade decorrente dessas patologias e, conseqüentemente, das doenças isquêmicas do coração.



## **Objetivos**

- 1.1- Descrever a progressão temporal das taxas de mortalidade por DAC por sexo, unidade federativa (UF) e região geográfica (RG) no Brasil de 1980 a 2019.
- 1.2- Descrever a progressão temporal das taxas de mortalidade por DIC por sexo, unidade federativa (UF) e região geográfica (RG) no Brasil de 1980 a 2019.
- 2.1- Analisar as relações entre as taxas de mortalidade por DAC e o IDHM e o IVS.
- 2.2- Analisar as relações entre as taxas de mortalidade por DIC e o IDHM e o IVS.
- 3- Avaliar a mortalidade por DIC no Brasil entre 2006 e 2020, empregando o método de causas múltiplas para identificar diferenças nos padrões entre os sexos e as regiões geográficas.

## **Mortalidade por Doenças do Aparelho Circulatório no Brasil e sua Relação com Determinantes Sociais com Foco em Vulnerabilidade: Estudo Ecológico**

### **RESUMO**

**Contexto:** As mortes por doenças do aparelho circulatório e doenças isquêmicas do coração estão em declínio, porém, mais lentamente nos países em desenvolvimento, indicando sua provável relação com determinantes de vulnerabilidade social.

**Objetivos:** Descrever a progressão temporal das taxas de mortalidade das doenças do aparelho circulatório e das doenças isquêmicas do coração de 1980 a 2019 e a associação das taxas com o Índice de Desenvolvimento Humano Municipal e o Índice de Vulnerabilidade Social no Brasil.

**Métodos:** Estimamos as taxas brutas e padronizadas por idade de mortalidade de doenças do aparelho circulatório e doenças isquêmicas do coração e analisamos a relação entre os dados obtidos e o Índice de Desenvolvimento Humano Municipal e o Índice de Vulnerabilidade Social. Os dados sobre óbitos e população foram obtidos a partir do Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde. O Índice de Desenvolvimento Humano Municipal e o Índice de Vulnerabilidade Social de cada unidade federativa foram extraídos dos sítios eletrônicos *Atlas Brasil* e *Atlas de Vulnerabilidade Social*, respectivamente.

**Resultados:** As taxas de mortalidade padronizadas por idade de doenças do aparelho circulatório e doenças isquêmicas do coração apresentaram tendência de queda em todo o país, mas desigualmente entre as unidades federativas. Houve uma relação inversamente proporcional entre as taxas de mortalidade padronizadas de doenças do aparelho circulatório e doenças isquêmicas do coração e o Índice de Desenvolvimento Humano Municipal. A queda da mortalidade por doenças do aparelho circulatório e doenças isquêmicas do coração foi observada quando o índice foi superior a 0,70 e 0,75, respectivamente. O Índice de Vulnerabilidade Social foi diretamente proporcional às taxas padronizadas de mortalidade de doenças do aparelho circulatório e doenças isquêmicas do coração. Observou-se tendência de mortalidade ascendente com Índice de Vulnerabilidade Social superior a 0,35.

**Conclusões:** Os determinantes sociais representados pelo Índice de Desenvolvimento Humano Municipal e pelo Índice de Vulnerabilidade Social estiveram relacionados à

mortalidade por doenças do aparelho circulatório e doenças isquêmicas do coração nas unidades federativas brasileiras. As unidades com maior desenvolvimento e menor desigualdade social apresentaram menor mortalidade por essas causas. Os mais vulneráveis são os que mais morreram.

**Palavras-chave:** Doenças do aparelho circulatório; Doenças isquêmicas do coração; Determinantes sociais; Índice de Desenvolvimento Humano Municipal; IDHM; Índice de Vulnerabilidade Social; IVS.

**Mortality from Diseases of the Circulatory System in Brazil and its Relationship with Social Determinants Focusing on Vulnerability: an ecological study**

**ABSTRACT**

**Background:** Deaths from diseases of the circulatory system and ischemic heart diseases are declining, but slowly in developing countries, emphasizing its probable relationship with determinants of social vulnerability.

**Objectives:** To analyze the temporal progression of mortality rates of diseases of the circulatory system and ischemic heart diseases from 1980 to 2019 and the association of the rates with the Municipal Human Development Index and Social Vulnerability Index in Brazil.

**Methods:** We estimated the crude and age-standardized mortality rates of diseases of the circulatory system and ischemic heart diseases and analyzed the relationship between the obtained data and the Municipal Human Development Index and Social Vulnerability Index. Data on deaths and population were obtained from the Department of Informatics of the Unified Health System, *DATASUS*. The Municipal Human Development Index and the Social Vulnerability Index of each federative unit were extracted from the websites *Atlas Brazil* and *Atlas of Social Vulnerability*, respectively.

**Results:** The age-standardized mortality rates of diseases of the circulatory system and ischemic heart diseases showed a downward trend nationwide, which was unequal across the federative units. There was an inversely proportional relationship between the standardized mortality rates of diseases of the circulatory system and ischemic heart diseases and the Municipal Human Development Index. The downward mortality trend was observed when the indices were greater than 0.70 and 0.75, respectively. The Social Vulnerability Index was directly proportional to the standardized mortality rates of diseases of the circulatory system and ischemic heart diseases. An upward mortality trend was observed with a Social Vulnerability Index greater than 0.35.

**Conclusions:** Social determinants represented by the Municipal Human Development Index and the Social Vulnerability Index were related to mortality from diseases of the circulatory system and ischemic heart diseases across the Brazilian federative units. The units with most development and least social inequalities had the lowest mortality from these causes. The most vulnerable die the most.

**Keywords:** Diseases of the circulatory system; ischemic heart diseases; Social determinants; Municipal Human Development Index; MHDI; Social Vulnerability Index; SVI.

## **Mortalidade por Doenças do Aparelho Circulatório no Brasil e sua Relação com Determinantes Sociais com Foco em Vulnerabilidade: Estudo Ecológico**

### **Introdução:**

As doenças do aparelho circulatório (DAC) são as principais causas de morte em todo o mundo. Segundo dados da Organização Mundial da Saúde (OMS), as DAC foram responsáveis por mais de 15 milhões de mortes em 2019, o que representou 27% das mortes em todo o mundo, incluindo mais de 75% daquelas em países em desenvolvimento.<sup>1,2</sup> Entre as DAC, as doenças isquêmicas do coração (DIC) foram responsáveis pela maioria das mortes, ou seja, 8,9 milhões em 2019.<sup>2</sup> No Brasil, as DAC atingiram 13.702.303 pessoas em 2017 e configuram a principal causa de morte desde 1960. De acordo com as estimativas do *Global Burden of Disease* (GBD), as DAC foram responsáveis por 388.268 óbitos no Brasil em 2017, representando 27,3% do total de óbitos no país.<sup>3</sup> A maioria dos óbitos entre as DAC, segundo os dados do GBD de 2017, foi por DIC, o que correspondeu a 175.791 (30%).<sup>3</sup>

Apesar da alta prevalência de DAC e DIC, as mortes por essas doenças vêm diminuindo em vários países desde a segunda metade do século XX. Esse fenômeno é explicado por melhorias nas medidas de prevenção e tratamento, marcadas pela diminuição do tabagismo, melhor controle da pressão arterial e dislipidemia, além de evolução da trombólise e revascularização.<sup>4</sup> No entanto, uma análise global mostra que essas mortes diminuem mais lentamente nos países em desenvolvimento, provavelmente, por estarem relacionadas aos fatores socioeconômicos.<sup>5</sup> Estudos internacionais observaram essa provável associação por meio de uma análise comparativa entre populações com diferentes níveis de escolaridade, etnia, e renda.<sup>6-9</sup> Estudos brasileiros chegaram a conclusões semelhantes ao compararem diferentes regiões geográficas do país, que apresentam desigualdades próprias, considerando fatores socioeconômicos.<sup>10-15</sup>

Uma forma de analisar os determinantes socioeconômicos e sua relação com a mortalidade por DAC e DIC é por meio de indicadores. O Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) é o mais utilizado. Por exemplo, um estudo brasileiro realizado em 2018 observou associação inversa entre esse índice e DAC, doenças hipertensivas e doenças cerebrovasculares entre 2004 e 2013.<sup>14</sup> O segundo indicador, menos conhecido, é o Índice de Vulnerabilidade Social (IVS), que aborda dados relacionados à exclusão e

vulnerabilidade sociais. Esse indicador foi associado negativamente à mortalidade por doença cerebrovascular em um estudo brasileiro de 2021, mas o número de estudos associando vulnerabilidade com DAC e DIC ainda é pequeno, o que torna nosso trabalho inovador.<sup>15</sup>

Portanto, é cada vez mais necessário abordar a influência dos determinantes socioeconômicos regionais na saúde pública e no desenvolvimento das DAC e DIC, tendo em vista que o desenvolvimento socioeconômico regional é acompanhado pela melhoria da qualidade de vida e da saúde da população.<sup>10-12</sup> Com base nessas considerações, o objetivo deste estudo foi analisar a progressão temporal das taxas de mortalidade por DAC e DIC por sexo, unidade federativa (UF) e região geográfica (RG) no Brasil de 1980 a 2019, e as relações entre essas taxas com IDHM e IVS.

### **Métodos:**

Estudo ecológico de uma série temporal de óbitos por DAC e DIC ocorridos no Brasil entre 1980 e 2019 em todas as faixas etárias e em ambos os sexos, por UF e RG.

Os dados sobre as causas básicas de morte foram obtidos no sítio eletrônico do Sistema de Informações sobre Mortalidade (SIM) mantido pelo Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde (DATASUS) do Ministério da Saúde do Brasil.<sup>16</sup> Os dados foram baixados em uma planilha e os arquivos originais (em formato CSV) foram convertidos para o formato XLS no Excel 2016 (Microsoft Corporation, Seattle, WA, EUA), que também foi utilizado para análise e construção de gráficos e tabelas.<sup>17</sup> Os óbitos foram classificados de acordo com os seguintes grupos de causas: “Doenças do Aparelho Circulatório” (CID-9 Capítulo 7 e CID-10 Capítulo 9) e “Doenças Isquêmicas do Coração” (mesmo nome de grupo, I20 a I25, CID-9 e CID-10).<sup>18,19</sup> Foram utilizados os códigos CID-9 para óbitos ocorridos entre 1980 e 1995 e códigos CID-10 para aqueles ocorridos entre 1996 e 2019.<sup>18,19</sup>

As informações sobre a população residente também foram obtidas no sítio eletrônico do DATASUS,<sup>16</sup> que, por sua vez, considerou dados censitários do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) de 1980, 1991, 2000 e 2010, projeções intercensitárias até 2012, e projeções populacionais a partir de 2013.

Utilizou-se o método direto para estimar as taxas brutas e padronizadas por idade de mortalidade anual por DAC e DIC por sexo e UF por 100.000 habitantes. A estrutura etária da população brasileira no ano 2000 foi utilizada como padrão.

O IDHM de cada UF, obtido no sítio eletrônico, *Atlas Brasil*, deriva do Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) e está adaptado aos níveis municipal e estadual.<sup>20</sup> O IDHM leva em consideração o progresso nas dimensões básicas de saúde, educação e renda, avaliando riqueza, alfabetização, expectativa de vida e taxas de natalidade. Esse índice varia de 0 a 1, sendo quanto maior seu valor, maior desenvolvimento humano da região.<sup>21</sup>

O IVS é complementar ao IDHM e permite um mapeamento único da exclusão e vulnerabilidade social nos 5.565 municípios brasileiros. O IVS, que sintetiza dados de infraestrutura urbana, capital humano e renda/trabalho avaliados a partir de dezesseis subindicadores com pesos distintos, indica o acesso, a ausência ou “ativos” em áreas do território brasileiro, que deveriam, em princípio, estar ao alcance de todos os cidadãos.<sup>22</sup> O IVS trata da discriminação e exclusão social e varia de 0 a 1, sendo 0 a situação ideal e 1 a pior. Quanto maior o índice, maior a vulnerabilidade social, portanto, valores entre 0 e 0,2 representam vulnerabilidade social muito baixa; 0,201 e 0,3: baixa; 0,301 e 0,4: média; 0,401 e 0,5: alta; e 0,501 e 1: muito alta. O IVS de cada UF foi extraído do sítio eletrônico *Atlas de Vulnerabilidade Social* e construído a partir de indicadores do sítio eletrônico *Atlas de Desenvolvimento Humano*.<sup>23</sup>

Avaliamos a relação entre o IDHM categorizado por UF e as taxas de mortalidade padronizadas por DAC e DIC. Primeiramente, analisamos a relação entre o IDHM de 1991, 2000 e 2010 e a taxa de mortalidade padronizada de 2019 com base em estudos anteriores com defasagem de aproximadamente 10 anos.<sup>13</sup> Em seguida, avaliamos a relação entre o IDHM de 1991, 2000 e 2010 e a variação das taxas de mortalidade padronizadas entre 1980 e 2019. Por fim, analisamos a relação entre a variação do IDHM entre 1991 e 2010 e a variação das taxas de mortalidade padronizadas entre 1980 e 2019.

Analisamos, também, a relação entre o IVS e as taxas de mortalidade por DAC e DIC. Começamos com a avaliação da relação entre o IVS de 2000 e 2010 e a taxa de mortalidade padronizada do ano de 2019 a partir de uma defasagem de tempo entre alteração do índice e variação da mortalidade observada em estudo com IDHM na ausência de estudos de IVS e, posteriormente, entre o IVS de 2000 e 2010 e a variação na mortalidade entre 1980 e 2019.<sup>13</sup> Por fim, analisamos a relação entre a variação do IVS de 1991 a 2010 e a variação das taxas de mortalidade entre 1980 e 2019.



Para análise dos dados e construção de tabelas e gráficos, também foi utilizado o Excel 2016.<sup>17</sup>

### **Resultados:**

Um total de 10.836.004 óbitos por DAC e 3.264.828 por DIC foram registrados no Brasil entre 1980 e 2019.

Nesse período, as taxas de mortalidade padronizadas por idade de DAC e DIC em ambos os sexos apresentaram tendência de queda nacional de 233,26 para 111,58 por 100.000 habitantes para DAC e 65,15 para 36,16 por 100.000 habitantes para DIC, uma queda de cerca de 52,1% e 44,5%, respectivamente.

Essa tendência não foi uniforme em todas as regiões geográficas. As regiões Sul e Sudeste apresentaram queda relevante nas taxas de mortalidade padronizadas por idade de DAC e DIC. No entanto, o Norte e o Centro-Oeste apresentaram taxas estáveis, enquanto o Nordeste apresentou tendência de alta. Essa análise é apresentada nas figuras a seguir, que representam a variação das taxas de mortalidade padronizadas por idade por 100.000 habitantes em ambos os sexos, por UF, divididas entre as cinco regiões geográficas, bem como dados combinados do território nacional para DAC (Figura 1) e DIC (Figura 2).

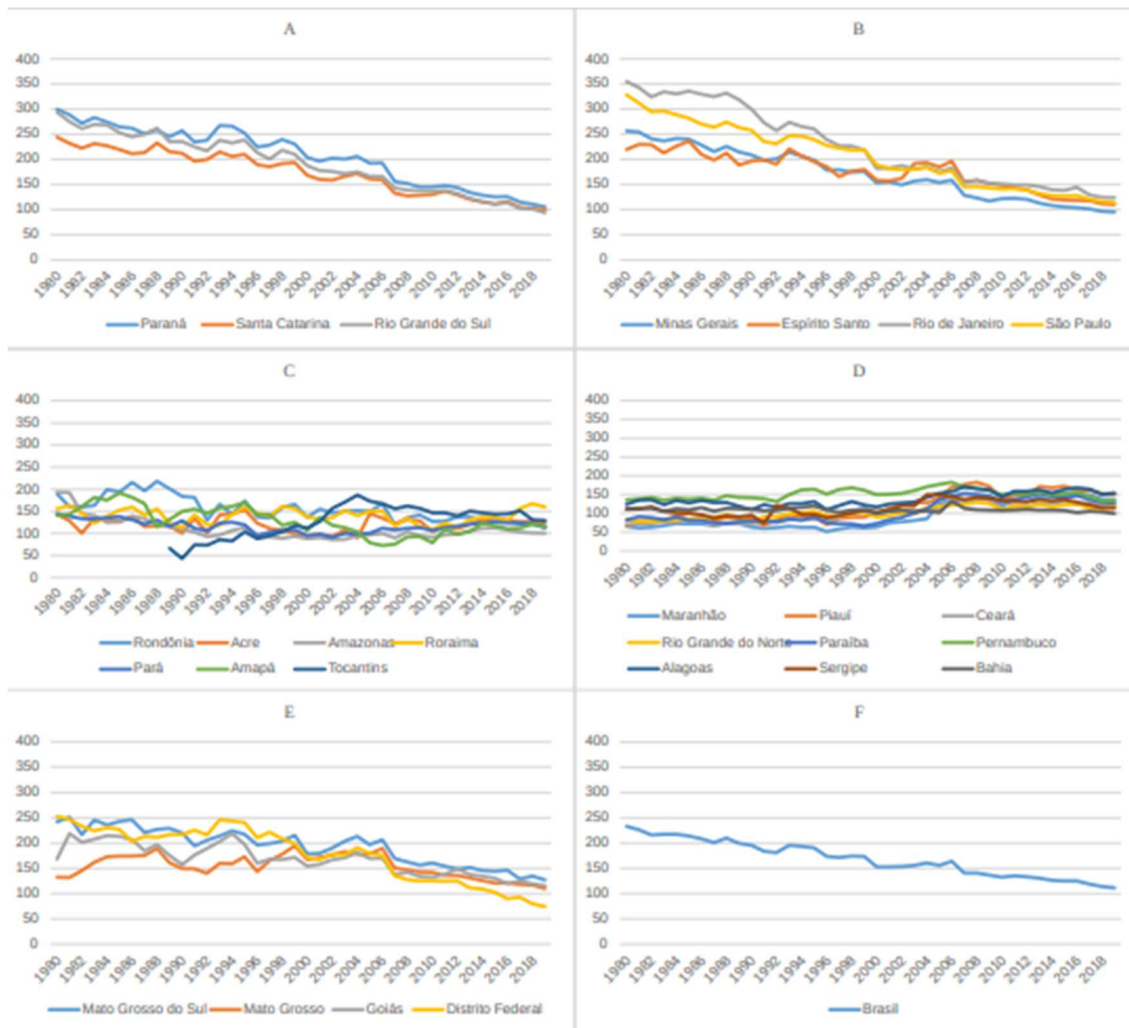


Figura 1. Taxa de mortalidade padronizada por idade de DAC, por UF, região e território nacional de 1980 a 2019. Variações das taxas de mortalidade padronizadas por idade de Doenças do Aparelho Circulatório (DAC) por 100.000 habitantes em ambos os sexos e categorizadas por Unidade da Federação (UF) nas regiões Sul (A), Sudeste (B), Norte (C), Nordeste (D) e Centro-Oeste (E) do Brasil e a taxa nacional combinada (F) entre 1980 e 2019.

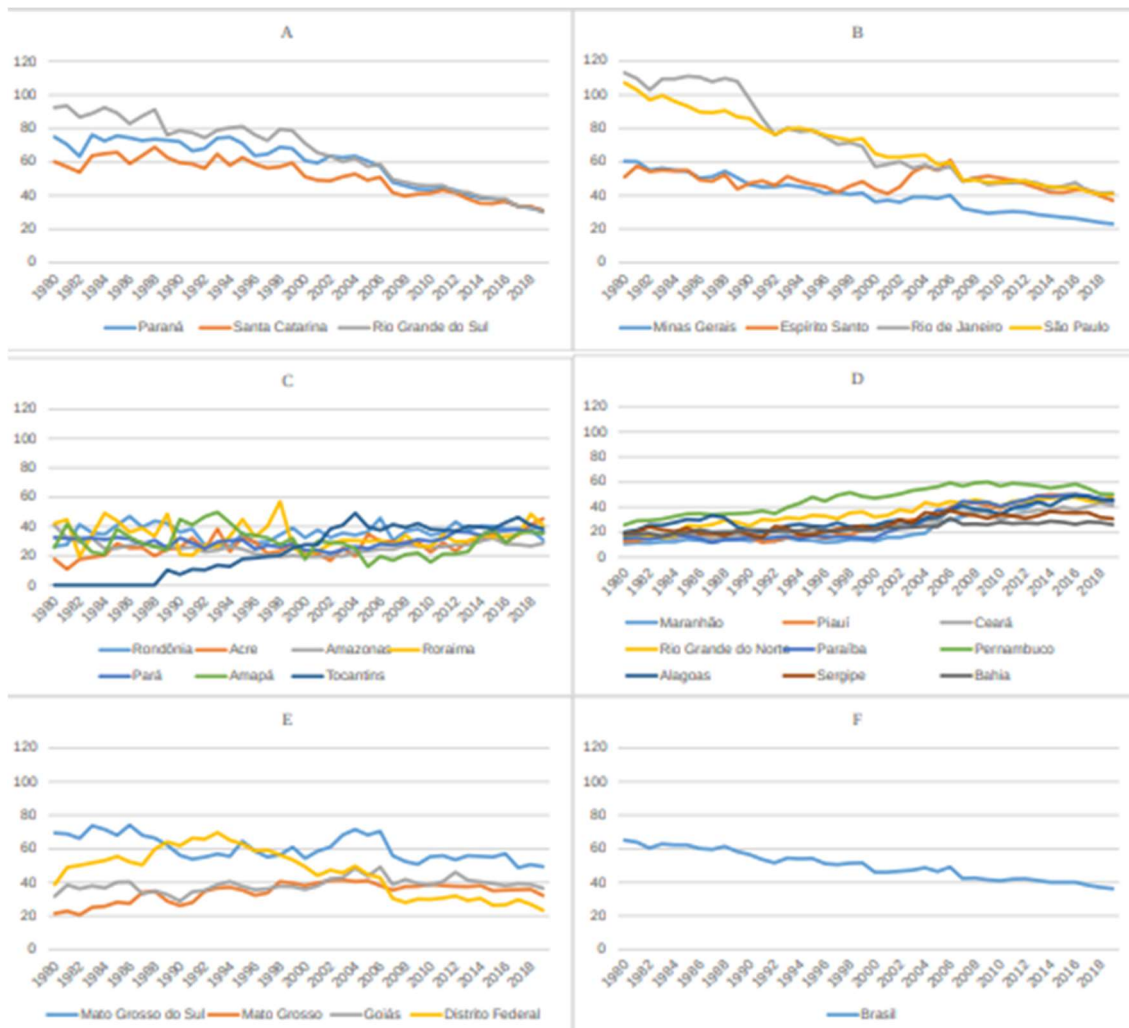


Figura 2. Taxa de mortalidade padronizada por idade de DIC, por UF, região e território nacional de 1980 a 2019. Variações nas taxas de mortalidade padronizadas por idade de Doenças Isquêmicas do Coração (DIC) por 100.000 habitantes em ambos os sexos e categorizadas por Unidade da Federação (UF) nas regiões Sul (A), Sudeste (B), Norte (C), Nordeste (D) e Centro-Oeste (E) do Brasil e a taxa nacional combinada (F) entre 1980 e 2019.

A Figura 3 mostra a relação entre as taxas de mortalidade padronizadas por DAC e DIC e o IDHM. As Figuras 3A e 3B mostram uma relação inversamente proporcional entre o IDHM das UF em 2010 e as taxas de mortalidade padronizadas de DAC e DIC no ano de 2019, indicando que quanto maior o número de óbitos, menor o IDHM da UF. Conforme indicado nas Figuras 3C e 3D, quanto menor o IDHM da UF em 2010, maior o aumento das taxas de mortalidade padronizadas de DAC e DIC. Houve tendência de queda quando os índices foram superiores a 0,70 e 0,75, respectivamente, mantendo-se a relação com o IDHM,

com maior redução observada nas UF com maior índice. As Figuras 3E e 3F mostram a relação entre a variação das taxas de mortalidade padronizadas de DAC e DIC entre 1980 e 2019 e a variação percentual do IDHM entre 1991 e 2010. Notadamente, as UF com menor variação do IDHM no período apresentaram mortalidade decrescente, indicando que um IDHM absoluto alto é provavelmente mais importante do que uma melhora progressiva desse índice. O coeficiente de correlação de Pearson do IDHM com DAC e DIC foi de 0,89 e 0,84, respectivamente.

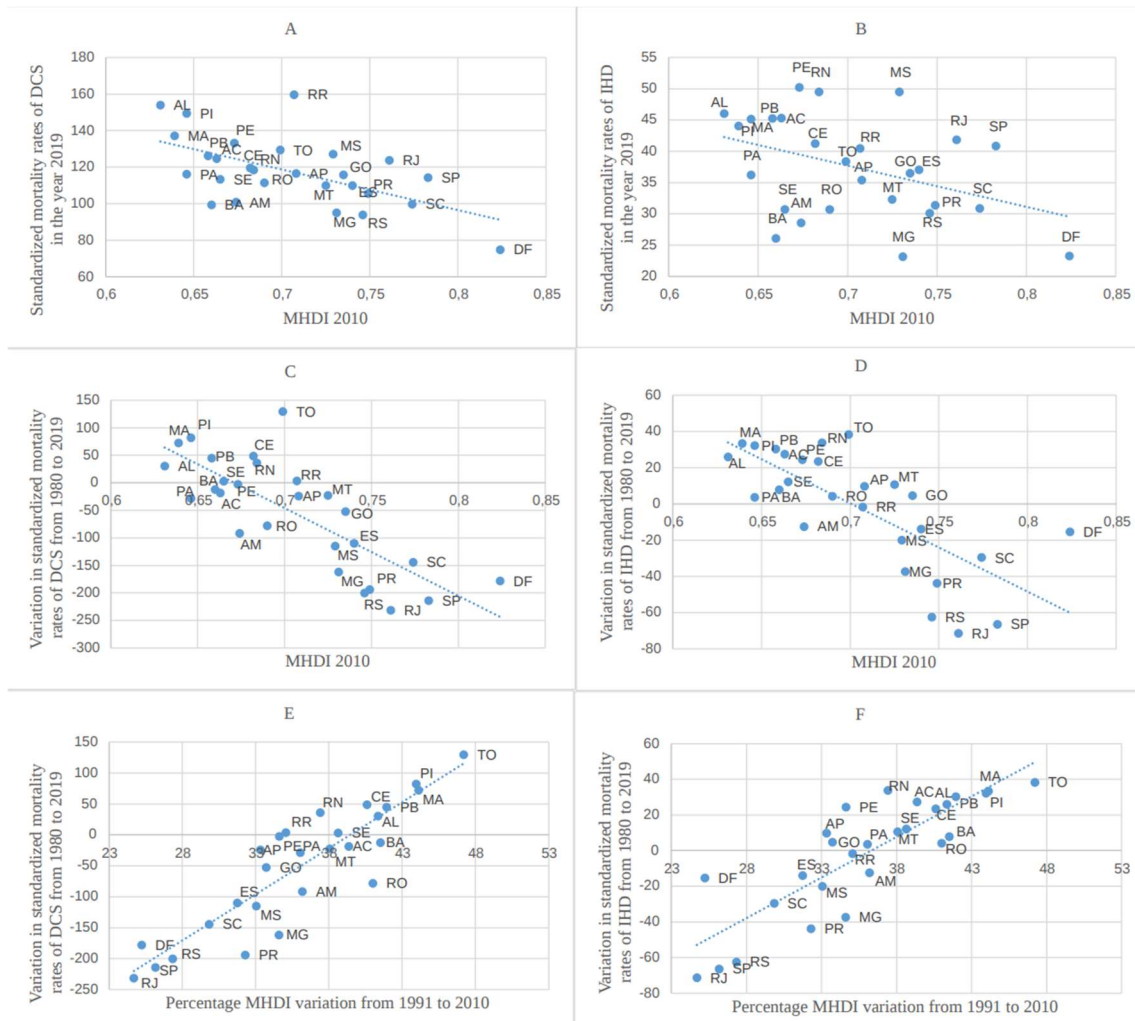


Figura 3. Relação entre as taxas de mortalidade padronizadas por idade de DAC e DIC e o IDHM de 1991 a 2010. Os gráficos mostram a relação entre (A) o IDHM das Unidades da Federação (UF) em 2010 e as taxas de mortalidade padronizadas de Doenças do Aparelho Circulatorio (DAC) e Doenças Isquêmicas do Coração (DIC) no ano de 2019; (B) o IDHM das UF em 2010 e a variação das taxas de mortalidade padronizadas de (C) DAC e (D) DIC

de 1980 a 2019; e a variação das taxas de mortalidade padronizadas de (E) DAC e (F) DIC de 1980 a 2019 e a variação percentual do IDHM de 1991 a 2010.

A Figura 4 mostra a relação entre as taxas de mortalidade padronizadas de DAC e DIC e o IDHM dos anos anteriores de 1991 e 2000. As Figuras 4A1/A2 e 4B1/B2 mostram uma relação inversamente proporcional entre o IDHM das UF em 1991 e 2000 e as taxas de mortalidade padronizadas de DAC e DIC no ano de 2019, indicando que quanto maior o número de óbitos, menor o IDHM da UF como já havia sido visto em relação ao ano de 2010. Conforme indicado nas Figuras 4C1/C2 e 4D1/D2, quanto menor o IDHM da UF para os anos anteriores de 1991 e 2000, maior o aumento das taxas de mortalidade padronizadas de DAC e DIC. Houve tendência de queda quando os índices foram superiores a 0,70 e 0,75, respectivamente, mantendo-se a relação com o IDHM, com maior redução observada nas UF com maior índice como já havia sido visto em relação ao ano de 2010.

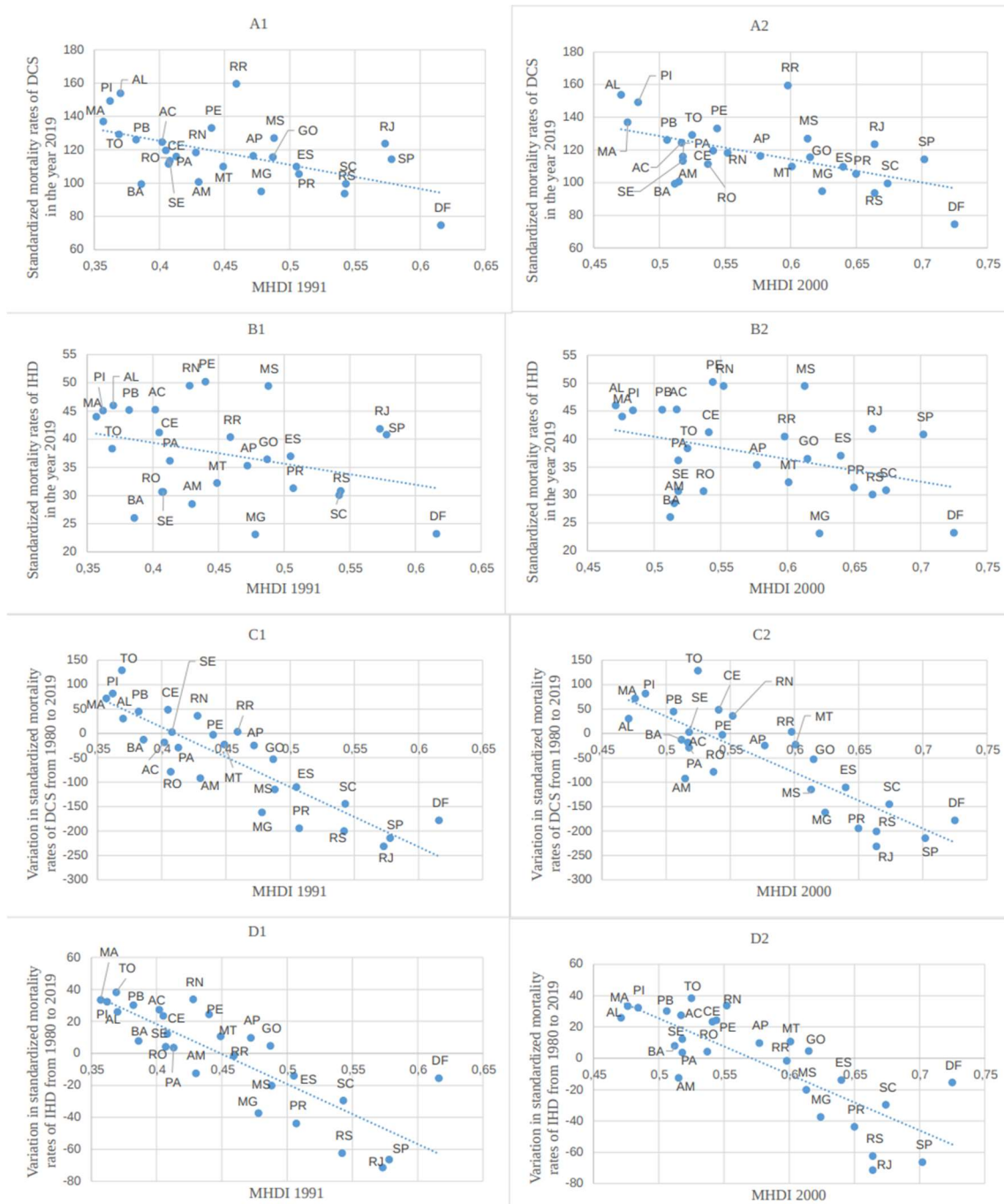


Figura 4. Relação entre as taxas de mortalidade padronizadas por idade de DAC e DIC e IDHM em 1991 e 2000. Os gráficos mostram a relação entre (A1/A2) o IDHM das Unidades da Federação (UF) em 1991 e 2000, respectivamente, e as taxas de mortalidade padronizadas de DAC e DIC no ano de 2019; (B1/B2) o IDHM das UF em 1991 e 2000, respectivamente, e a variação das taxas de mortalidade padronizadas de (C1/C2) DAC e (D1/D2) DIC de 1980 a 2019.

A Figura 5 mostra a relação entre o IVS e as taxas de mortalidade padronizadas de DAC e DIC. As Figuras 5A e 5B mostram uma relação diretamente proporcional entre o IVS das UF em 2010 e as taxas de mortalidade padronizadas de DAC e DIC no ano de 2019. Conforme indicado, quanto menor o IVS, menor a taxa de mortalidade. Conforme demonstrado nas Figuras 5C e 5D, quanto maior o IVS da UF em 2010, maior o aumento da taxa de mortalidade padronizada de DAC e DIC entre 1980 e 2019. Houve tendência de aumento quando o índice foi superior a 0,35, mantendo-se a relação diretamente proporcional com o IVS, com maior redução nas UF com os menores índices, principalmente quando o índice ficou abaixo de 0,35. As Figuras 5E e 5F mostram a relação entre a variação das taxas de mortalidade padronizadas de DAC e DIC entre 1980 e 2019 e a variação do IVS entre 2000 e 2010. Notadamente, as UF com menor variação do IVS no período apresentaram mortalidade decrescente, indicando que um bom IVS absoluto é provavelmente mais importante do que uma melhora progressiva desse índice, como observado com o IDHM. O coeficiente de correlação de Pearson do IVS com DAC e DIC foi de 0,49 e 0,53, respectivamente.

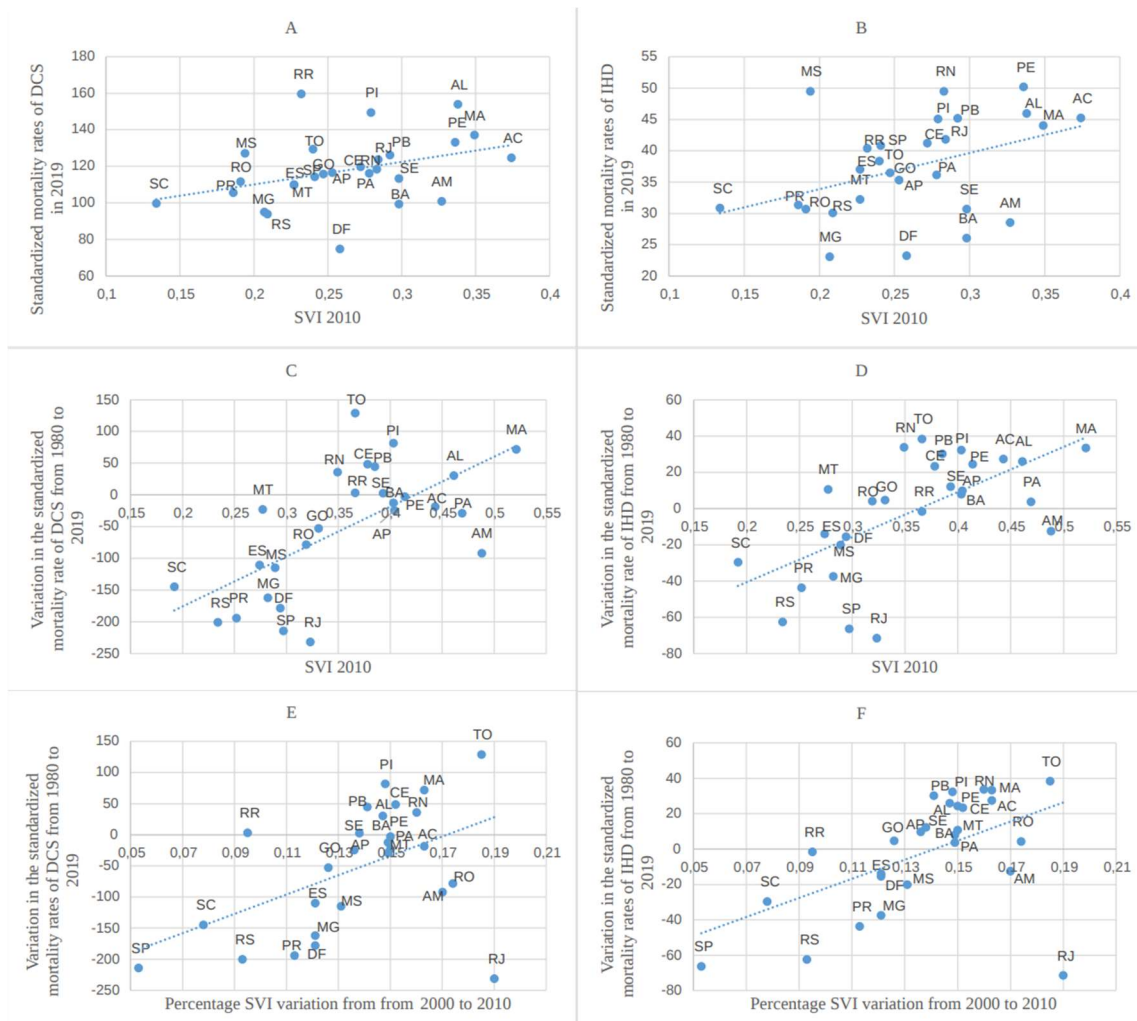


Figura 5. Relação entre as taxas de mortalidade padronizadas por idade de DAC e DIC e o IVS de 2000 a 2010. Os gráficos mostram uma relação entre o Índice de Vulnerabilidade Social (IVS) das Unidades da Federação (UF) em 2010 e as taxas de mortalidade padronizadas de (A) Doenças do Aparelho Circulatório (DAC) e (B) Doenças Isquêmicas do Coração (DIC) em 2019; entre IVS das UF em 2010 e a descrição das taxas de mortalidade padronizadas (C) DAC e (D) DIC de 1980 a 2019; e entre variação das taxas de mortalidade padronizadas de (E) DAC e (F) DIC de 1980 a 2019, e a variação percentual do IVS de 2000 a 2010.

A Figura 6 mostra a relação entre o IVS e as taxas de mortalidade padronizadas de DAC e DIC. As Figuras 6A e 6B mostram uma relação diretamente proporcional entre o IVS das UF em 2000 e as taxas de mortalidade padronizadas de DAC e DIC no ano de 2019. Conforme indicado, quanto menor o IVS, menor a taxa de mortalidade como já havia sido visto em relação ao ano de 2010. Conforme demonstrado nas Figuras 6C e 6D, quanto maior



o IVS da UF em 2000, maior o aumento da taxa de mortalidade padronizada de DAC e DIC entre 1980 e 2019. Houve tendência de aumento quando o índice foi superior a 0,35, mantendo a relação diretamente proporcional com o IVS, com maior redução nas UF com os menores índices, principalmente quando o índice ficou abaixo de 0,35 como já havia sido visto em relação ao ano de 2010.

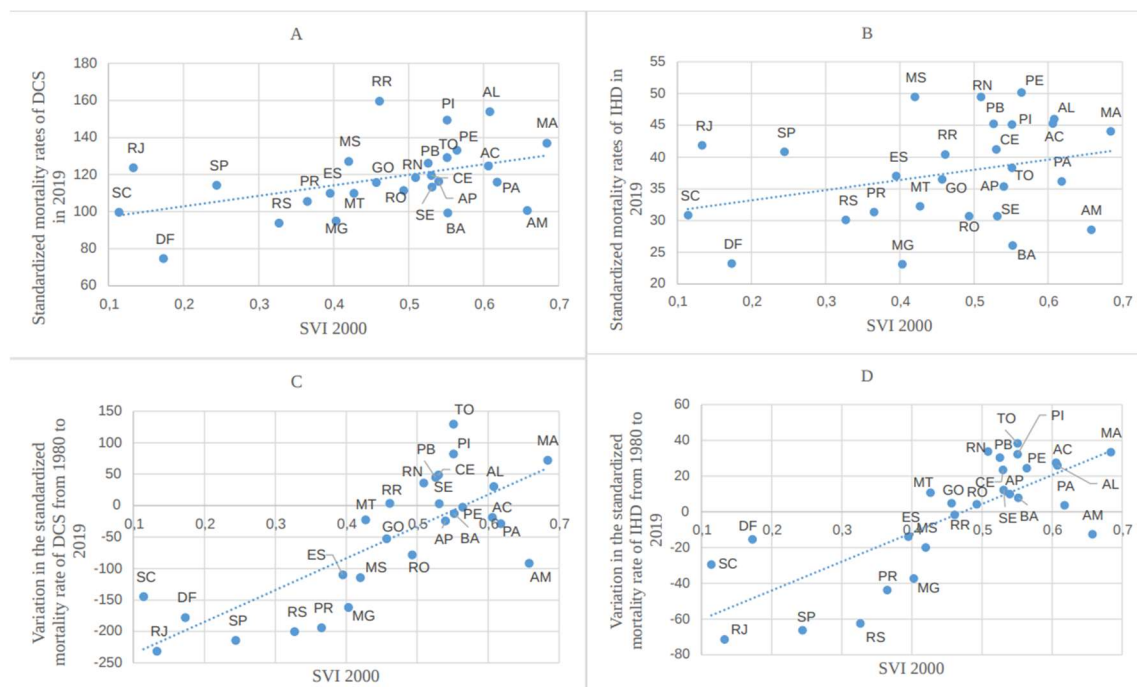


Figura 6. Relação entre as taxas de mortalidade padronizadas por idade de DAC e DIC e o IVS de 2000. Os gráficos mostram a relação entre o Índice de Vulnerabilidade Social (IVS) das Unidades Federativas (UF) em 2000 e as taxas de mortalidade padronizadas de (A) Doenças do Aparelho Circulatorio (DAC) e de (B) Doenças Isquêmicas do Coração (DIC) em 2019 e entre o IVS das UF em 2000 e a variação das taxas de mortalidade padronizadas de (C) DAC e (D) DIC de 1980 a 2019.

### Discussão:

O presente estudo mostrou uma relação inversa entre o IDHM e as taxas de mortalidade padronizadas de DAC e DIC das UF brasileiras, de modo que o IDHM mais elevado apresentou decréscimo mais pronunciado nas taxas de mortalidade, além de uma relação direta com o IVS, pois, quanto menor o IVS, maior a queda da mortalidade. É importante ressaltar que melhorias nos indicadores não refletem necessariamente quedas nas

taxas de mortalidade, a menos que valores absolutos de 0,7 (IDHM) ou 0,35 (IVS) tenham sido alcançados, conforme observado nas Figuras 3 e 5.

Nos casos de TO, MA, AC e AM por exemplo, apesar de apresentarem melhorias mais significativas no IDHM (Figura 3) e IVS (Figura 5) entre 2000 e 2010, as taxas de mortalidade foram piores. Em contrapartida, RJ, DF, SC e SP, que apresentaram menores variações nos indicadores no mesmo período, mas atingiram valores mínimos de 0,7 para IDHM ou 0,35 para IVS, tiveram melhoras nas taxas de mortalidade, sugerindo que o valor absoluto do índice provavelmente tem mais impacto na redução da mortalidade do que sua variação ao longo do tempo.

Além disso, foi possível observar a alta incidência de DAC e DIC, com 10.836.004 óbitos por DAC e 3.264.828 óbitos por DIC no Brasil entre 1980 e 2019, e tendência de queda nas taxas de mortalidade por essas doenças no período. No entanto, essa queda foi desigual entre as UF e RG do país, destacando-se as regiões Sul e Sudeste, que apresentaram maior desenvolvimento socioeconômico. Ao mesmo tempo, as taxas permaneceram estáveis nas regiões Norte e Centro-Oeste com tendência de aumento na região Nordeste, estas são as três áreas mais pobres e vulneráveis do país. Estudo anterior com dados do GBD 2015 já havia observado essa tendência de redução mais acentuada da mortalidade por doenças cardiovasculares nas regiões Sul e Sudeste, que concentram o ganho financeiro mais significativo do país, em comparação com as regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste, regiões que apresentam maior vulnerabilidade e desigualdade social.<sup>10</sup>

Essa observação é consistente com relatos de estudos anteriores, incluindo aqueles que apontam queda desigual no número de óbitos por DAC entre 1990 e 2015 nas regiões geográficas do país: mais pronunciada nos estados das regiões Sul e Sudeste e menos pronunciada nas regiões Norte e Nordeste.<sup>10-12</sup> No entanto, esses estudos não avaliaram a relação entre as diferenças nas tendências de mortalidade e os determinantes sociais, apenas relataram menor diminuição da mortalidade nas regiões de menor desenvolvimento. Outros estudos, portanto, foram além e correlacionaram fatores socioeconômicos – como escolaridade e renda – com taxas de hipertensão e relataram uma correlação inversa entre ambos. A provável justificativa para essa observação é que quanto maior a escolaridade de um indivíduo, melhor é sua compreensão das informações e recomendações de saúde e, conseqüentemente, maior a adesão ao tratamento quanto ao uso de medicamentos, mudanças

no estilo de vida e hábitos alimentares, e prevenção de fatores de risco.<sup>24-26</sup> Por outro lado, a baixa renda também influencia a adesão ao tratamento, pois interfere no acesso ideal a medicamentos, alimentação saudável e atividade física.<sup>25</sup>

Estudo avaliando a associação entre mortalidade por DAC em municípios do estado do Rio de Janeiro de 1979 a 2010 e o Produto Interno Bruto (PIB) per capita obtido do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA) mostrou diminuição da mortalidade por DAC associada ao aumento do PIB com defasagem superior a 10 anos.<sup>13</sup> Em 2018, outro estudo avaliando a associação de DAC, doenças hipertensivas e doenças cerebrovasculares com o IDH entre os anos de 2004 e 2013 mostrou associação inversa significativa entre fatores socioeconômicos e mortalidade por essas doenças.<sup>14</sup>

Nosso estudo avança ao realizar essa análise em um período mais longo – de 1980 a 2019 – e comparar os fatores socioeconômicos com as taxas de mortalidade por DAC e DIC. Para isso, usamos dois determinantes sociais diferentes em nossa análise. O primeiro foi o IDHM, mais utilizado e aplicado anteriormente em outros estudos que incorporam avaliações de saúde, educação e renda com intervalo entre o índice e o resultado superior a 10 anos. O segundo foi o IVS, menos conhecido e pouco utilizado em estudos anteriores sobre as taxas de mortalidade por DAC e DIC, o que torna nosso trabalho inovador, ampliando a análise para vulnerabilidade. Dada a escassez de estudos com esse indicador, não há dados na literatura sobre o tempo necessário entre a mudança do índice e sua influência na DAC e DIC.

Naturalmente, há influências genéticas associadas ao desenvolvimento de DAC e DIC, além de hábitos de vida associados a fatores de risco como dieta rica em sal e gordura, obesidade, sedentarismo, consumo de álcool e tabagismo. Os primeiros passos para diminuir as altas taxas de incidência de doenças cardiovasculares no Brasil são investir no desenvolvimento humano nas diferentes regiões do país e reduzir a vulnerabilidade social para permitir o cumprimento dos direitos constitucionais de cada cidadão, incluindo, por exemplo, o acesso à educação e conscientização sobre as possíveis causas das doenças abordadas neste estudo; o acesso à alimentação adequada respeitando as necessidades nutricionais do indivíduo; o acesso à moradia e saúde de qualidade; bem como o acesso a medicamentos, métodos profiláticos e tratamentos médicos adequados.

Em resumo, diante da relação observada neste estudo entre o IDH e a frequência de DAC e DIC na população, é importante ressaltar a importância do investimento

governamental no desenvolvimento social e econômico das microrregiões do país como uma forma de melhorar a saúde pública.

Uma das limitações deste estudo inclui seu desenho observacional, que não permite uma conclusão de causalidade, mas levanta hipóteses e promove conscientização com intuito de auxiliar na implementação de medidas políticas, sociais e administrativas necessárias. Os dados apresentados neste estudo demonstram que os melhores resultados de mortalidade por DAC acompanham a progressão dos índices de desenvolvimento social. Outra limitação relevante é que as informações foram recuperadas de um banco de dados, com possíveis vieses gerados por erros de entrada de dados como óbitos atribuídos a causas mal definidas, subnotificação e “códigos-lixo” (*garbage codes*).<sup>27</sup> Essa falha de preenchimento é potencializada nas regiões Norte e Nordeste do país, onde sempre foram encontrados mais “códigos-lixo” e subnotificações, apesar de uma melhora significativa na qualidade da coleta de dados no século XXI.<sup>27</sup> Além disso, há uma imprecisão maior nos dados populacionais quanto mais distantes temporalmente estiverem do censo. Outra limitação é a possibilidade de viés ecológico, pois ao utilizar a taxa de mortalidade, não há a certeza de que aqueles indivíduos foram acometidos pelo problema social, mas esta é uma questão inerente ao tema porque quando analisamos os determinantes sociais, trabalhamos no espectro comunitário. Isso fica ainda mais claro quando pensamos na vulnerabilidade como esse indicador, que trata da falha de uma determinada comunidade em atender às necessidades básicas, sem dados individuais disponíveis sobre esse tema. Por fim, outra limitação é que, por falta de estudos na área, o tempo necessário para uma mudança no IDHM ou IVS influenciar a mortalidade por DAC ou DIC ainda não está totalmente estabelecido, principalmente quando se trata de IVS.

Perspectivas futuras: Nosso trabalho alcança seu objetivo ao avaliar a relação entre fatores socioeconômicos, com foco na vulnerabilidade social e mortalidade por DAC e DIC. No entanto, outros fatores influenciam a tendência de mortalidade, como o sistema de registro de óbitos, que podem ser afetados pelo método/critério diagnóstico ou técnica de preenchimento. O modelo atua, por causa básica, e pode, por exemplo, subestimar a influência de doenças crônicas no resultado final. Futuros estudos que avaliem causas múltiplas ou comparem a distribuição tecnológica de material diagnóstico com vulnerabilidade serão necessários para melhor esclarecer o tema.<sup>28,29</sup>

### **Conclusão:**

Este estudo mostra uma tendência nacional de queda na mortalidade por DAC e DIC nas unidades da federação do Brasil. No entanto, a tendência foi desigual entre as regiões geográficas, devido a diferenças nos determinantes sociais, representados, neste estudo, pelo IDHM e pelo IVS. As regiões com maior desenvolvimento e menor desigualdade social apresentaram a menor mortalidade por essas causas. Os mais vulneráveis morreram mais.

**Referências:**

1. WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). **Cardiovascular Diseases (CVDs)**. Disponível em: [https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/cardiovascular-diseases-\(cvds\)](https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/cardiovascular-diseases-(cvds)). Acesso em: 06 abril 2022.
2. WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). **The top 10 causes of death**. Disponível em: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/the-top-10-causes-of-death>. Acesso em: 06 abr 2022.
3. OLIVEIRA, G.M.M. et al. **Cardiovascular Statistics – Brazil 2020**. Sociedade Brasileira de Cardiologia. 2020 Sep;115(3):308-439. doi: 10.36660/abc.20200812. PMID: 33027364; PMCID: PMC9363085.
4. MENSAH, G.A. et al. **Decline in Cardiovascular Mortality: Possible Causes and Implications (nih.gov)**. *Circ Res*. 2017 Jan 20; 120(2): 366-380. doi: 10.1161/CIRCRESAHA.116.309115. PMID: 28104770; PMCID: PMC5268076.
5. MORAN, A.E. et al. **Temporal Trends in Ischemic Heart Disease Mortality in 21 World Regions, 1980 to 2010 The Global Burden of Disease 2010 Study**. *Circulation*. 2014 April 8; 129(14):1483-1492. doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.113.004042. PMID: 24573352; PMCID: PMC4181359.
6. HOLME, I. et al. **Coronary risk factors and socioeconomic status – The Oslo Study**. *The Lancet*, 1977 Sep 30;97(27):1380-2. PMID: 910236.
7. ABBASI, S.H. et al. **Socioeconomic Status and in-hospital Mortality of Acute Coronary Syndrome: Can Education and Occupation Serve as Preventive Measures?** *Int J Prev Med*. 2015 May 4;6:36. doi: 10.4103/2008-7802.156266. eCollection 2015. PMID: 25984286; PMCID: PMC4427988.
8. NADRUZ, Jr.W. et al. **Widening Racial Differences in Risks for Coronary Heart Disease**. *Circulation*. 2018 Mar 13;137(11):1195-1197. doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.117.030564. PMID: 29530895; PMCID: PMC5854206.
9. ASTROM, D.O.; SUNDQUIST, J.; SUNDQUIST, K. **Differences in declining mortality rates due to coronary heart disease by neighborhood deprivation**. *J epidemiol Community Health*. 2018 April; 72(4): 314-318. doi: 10.1136/jech-2017-210105. PMID: 29330167; PMCID: PMC6711481.
10. BRANT, L.C.C. et al. **Variations and particularities in cardiovascular disease mortality in Brazil and Brazilian states in 1990 and 2015: estimates from the Global Burden of Disease - PubMed (nih.gov)**. *Rev Bras Epidemiol*. 2017 May;20Suppl 01(Suppl 01):116-128. doi: 10.1590/1980-5497201700050010. PMID: 28658377.

11. MANSUR, A.P.; FAVARATO, D. **Mortality due to Cardiovascular Diseases in Women and Men in the Five Brazilian Regions, 1980-2012.** Arq Bras Cardiol. 2016 Aug;107(2):137-46. doi: 10.5935/abc.20160102. PMID: 27437866; PMCID: PMC5074067.
12. BAENA, C.P. et al. **Ischaemic heart disease deaths in Brazil: current trends, regional disparities and future projections.** Heart. 2013 Sep;99(18):1359-64. doi: 10.1136/heartjnl-2013-303617. PMID: 23886609.
13. SOARES, G.P. et al. **Evolution of Mortality from Diseases of the Circulatory System and of Gross Domestic Product per Capita in the Rio de Janeiro State Municipalities.** Int. J. Cardiovasc. Sci., 2018 Abr;31(2):123-32. doi: 10.5935/2359-4802.20180003.
14. VILLELA, P.B.; KLEIN, C.H.; OLIVEIRA, G.M.M. **Socioeconomic factors and mortality due to cerebrovascular and hypertensive disease in Brazil.** Rev Port Cardiol (Engl Ed). 2019 Mar;38(3):205-212. doi: 10.1016/j.repc.2018.07.007. PMID: 31028004.
15. SOUZA, C.D.F. et al. **Cerebrovascular Disease Mortality Trend in Brazil (1996 To 2015) and Association with Human Development Index and Social Vulnerability - PubMed (nih.gov).** Arq Bras Cardiol. 2021; 116(1):89-99. doi: 10.36660/abc.20190532. PMID: 33566971; PMCID: PMC8159516.
16. BRAZIL. Ministry of Health. Executive Secretariat. Datasus. Health Information. Vital statistics. Disponível em: <http://siab.datasus.gov.br/DATASUS/index.php?area=0205> . Acesso em: 06 abr 2022.
17. Microsoft Excel. Microsoft Corporation. Version 16.39. 2020.
18. WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). **Manual of the international classification of diseases, injuries and causes of death, 9th. rev.** São Paulo; 1978. Disponível em: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/40492>. Acesso em: 06 abr 2022.
19. WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). **International Statistical Classification of Diseases and Related Health Problems: International Classification of Diseases. 10th rev.** São Paulo: EDUSP; 1995. Disponível em: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/42980>. Acesso em: 06 abr 2022.
20. ATLAS DO DESENVOLVIMENTO HUMANO NO BRASI. **Atlas Brasil.** Disponível em: <http://www.atlasbrasil.org.br/>. Acesso em: 06 abr 2022.
21. MOTA, H. "O que é IDH?"; Brasil Escola. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/o-que-e/geografia/o-que-e-idh.htm>. Acesso em: 31 out 2022.
22. OBSERVATÓRIO ECONÔMICO DE CONTAGEM. **Índice de Vulnerabilidade Social (IVS).** Disponível em: <http://portalpmc.contagem.mg.gov.br/observatorio/ivs>. Acesso em: 06 abr 2022.

23. INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA. **Ipea mapeia vulnerabilidade social nos municípios brasileiros.** Disponível em: <https://ipea.gov.br/portal/categorias/45-todas-as-noticias/noticias/3233-ipea-mapeia-vulnerabilidade-social-nos-municipios-brasileiros>. Acesso em: 06 abr 2022.
24. PESSUTO, J.; CARVALHO, E.C. **Risk factors to patients with arterial hypertension (scielo.br).** Rev. Latino-Am. Enfermagem. 1998. 6 (1).. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0104-11691998000100006>. Acesso em: 06 abr 2022.
25. PIRES, C.G.S.; MUSSI, F.C. **Health beliefs for the control of arterial hypertension (scielo.br).** Ciênc. saúde coletiva. 2008; 13 (suppl 2). Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1413-81232008000900030>. Acesso em: 06 abril 2022.
26. COSTA, J.S. et al. **Hypertension prevalence and its associated risk factors in adults: a population-based study in Pelotas.** Arq. Bras. Cardiol. 2007; 88 (1): 59-65. doi: 10.1590/s0066-782x2007000100010. PMID: 17364120.
27. FERREIRA, L.C.M. et al. **Mortality Due to Acute Myocardial Infarction in Brazil from 1996 to 2016: 21 Years of Disparities in Brazilian Regions.** ABC Cardiol. Arq Bras Cardiol. 2020; 115 (5): 849-859. doi: 10.36660/abc.20190438. PMID: 33295447; PMCID: PMC8452190.
28. PIFFARETTI, C. et al. **Quantifying cause-related mortality by weighting multiple causes of death.** Bull World Health Organ. 2016 1;94(12):870-879. doi: 10.2471/BLT.16.172189. PMID: 27994280; PMCID: PMC5153928.
29. TIMONIN, S. et al. **Evidence of large systematic differences between countries in assigning ischaemic heart disease deaths to myocardial infarction: the contrasting examples of Russia and Norway.** Int J Epidemiol. 2022 Jan 6;50(6):2082-2090. doi: 10.1093/ije/dyab188. PMID: 34999891; PMCID: PMC8743129.



## Mortalidade por Doença Isquêmica do Coração: Análise por Causas Múltiplas

### RESUMO

**Contexto:** O envelhecimento da população e o concomitante aumento das doenças não transmissíveis influenciam a evolução e os desfechos que podem culminar na morte, alterando a evolução das doenças isquêmicas do coração (DIC) e suas causas associadas. Assim, é fundamental compreender o processo de morte por DIC, as doenças associadas a elas e aquelas com as quais as DIC se relacionam.

**Objetivos:** Avaliar a mortalidade por DIC no Brasil entre 2006 e 2020 pelo método de causas múltiplas e identificar diferenças nos padrões de distribuição por sexo e região geográfica.

**Métodos:** Analisamos, a partir de informações extraídas das Declarações de Óbitos (DO) da base de dados do Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde (DATASUS), pelo método de causas múltiplas, as doenças associadas às DIC quando elas foram definidas como causa básica do óbito (CB) e quando estavam presentes em qualquer linha das DO, de 2006 a 2020, no Brasil. Posteriormente, foram avaliadas a proporção dessas doenças e as diferenças entre os sexos e as regiões geográficas, com relevância estatística analisada pelo teste do qui-quadrado, e dependência entre os fatores ilustrada por meio de gráficos de barras empilhadas e grafos de redes de pequeno mundo.

**Resultados:** As DIC, quando CB, foram associadas com infarto agudo do miocárdio (IAM), hipertensão arterial (HA), doença isquêmica crônica do coração (DICC), insuficiência cardíaca (IC) e diabetes melito (DM), em ordem decrescente de apresentação. Quando ocorreu menção de DIC em qualquer linha da DO, observou-se IAM seguido por DM, DICC, doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC), acidente vascular cerebral (AVC) e dislipidemia, assim como covid-19 no ano de 2020. No sexo feminino, destacaram-se DM como CB e menção, HA como CB e DICC e doença de Alzheimer como menção, enquanto, nos homens, dependência química como CB e menção, e câncer como menção. Nas regiões Norte e Nordeste, destacaram-se DM e AVC; no Centro-Oeste, dislipidemia e obesidade; no Sul e Sudeste, a doença de Alzheimer; e no Sul, DAC e DPOC.

**Conclusões:** Diversas enfermidades, como IAM, HA, DICC, IC e DM associam-se com DIC como CB. As DIC relacionam-se com outras CB, como IAM, DM, DICC, DPOC e AVC. A

proporção dessas associações varia entre os sexos e as regiões geográficas. Assim, a compreensão da magnitude dessas relações, pelo método de causas múltiplas, possibilitaria o melhor direcionamento de investimentos em saúde.

**Palavras-chave:** Doenças cardiovasculares; Doenças isquêmicas do coração; Causas múltiplas de morte; Declaração de óbito.

## Ischemic Heart Disease Mortality: Multiple Causes of Death Analysis

### ABSTRACT

**Context:** Population aging and the concomitant increase in noncommunicable diseases influence the evolution and outcomes that can culminate in death, altering the evolution of ischemic heart disease (IHD) and its associated causes. Thus, it is essential to understand the process of dying from IHD, the diseases associated with them and those with which IHD are related.

**Objectives:** To assess IHD mortality in Brazil between 2006 and 2020 using the multiple causes of death method and identify differences in patterns by gender and geographic region.

**Methods:** We analyzed, based on information from Death Certificates (DC) from the database of the Department of Informatics of the Unified Health System (DATASUS), using the multiple causes of death method, the diseases associated with IHD when they were defined as an underlying cause (UC) and when they were present in any DC line, from 2006 to 2020, in Brazil. Subsequently, the proportion of these diseases and differences between genders and geographic regions were evaluated, with statistical relevance analyzed using the chi-square test, and dependence between factors illustrated using stacked bar graphs and small-world network graphs.

**Results:** IHD, when UC, were associated with acute myocardial infarction (AMI), hypertension (HT), chronic ischemic heart disease (CIHD), heart failure (HF) and diabetes mellitus (DM), in descending order of presentation. When IHD was mentioned in any line of the DC, AMI was observed followed by DM, CIHD, chronic obstructive pulmonary disease (COPD), stroke and dyslipidemia, as well as covid-19 in the year 2020. In gender females, DM as UC and mention, HT as UC and CIHD and Alzheimer's disease as mention, while, in men, chemical dependency as UC and mention, and cancer as mention. In the North and Northeast regions, DM and stroke stood out, in the Midwest, dyslipidemia and obesity, in the South and Southeast, Alzheimer's disease, and in the South, CIHD and COPD.

**Conclusions:** Several diseases such as AMI, HT, CIHD, HF and DM are associated with IHD such as UC. IHD are related to other UC, such as AMI, DM, CIHD, COPD and stroke. The proportion of these associations varies between sexes and geographic regions. Thus,

understanding the magnitude of these relationships, using the multiple causes of death method, would enable better targeting of investments in health.

**Keywords:** Cardiovascular diseases; Ischemic heart diseases; Multiple causes of death; Death certificate.

## Mortalidade por Doença Isquêmica do Coração: Análise por Causas Múltiplas

### Introdução:

A avaliação da mortalidade a partir da causa básica (CB) nos possibilita analisar a causa que desencadeou os eventos que culminaram no óbito.<sup>1</sup> A avaliação da mortalidade pelo método que emprega as causas múltiplas (CM) amplia esse conceito ao investigar a sequência de eventos que ocorreram associados a CB além das causas contribuintes por meio da análise de todas as causas mencionadas na DO, ou seja, aquelas presentes nas linhas A, B, C e D da parte I e na parte II.<sup>2,3</sup> Essa informação pode ser obtida por meio da própria declaração de óbito (DO), mas, também, de revisão de prontuário, exames e necrópsias.<sup>3,4</sup> Apesar da importância da análise por CM já ser conhecida há mais de 50 anos, esse indicador ainda é pouco estudado, especialmente no que tange às doenças cardiovasculares (DCV).<sup>4</sup>

No âmbito mundial, estudo clássico holandês da década de 1990 confirmou a tendência de análises por CB superestimarem mortes por determinadas etiologias, subestimando a importância de doenças crônicas associadas, como hipertensão arterial (HA), sendo a mais importante nas DCV.<sup>3,5</sup> Trabalho nova-iorquino de 2015 observou a maior prevalência de diabetes melito e doenças inflamatórias entre pacientes com morte prematura por Doenças Isquêmicas do Coração (DIC), com um aumento de mais de cinco vezes em comparação com a população geral de mesma idade.<sup>6</sup> Mais recentemente, em 2020, estudo australiano com dados desse país e dos Estados Unidos sugeriu, por meio de análise por CM, a relação entre sobrepeso e obesidade e a inversão da tendência de queda das taxas de mortalidade por DCV nesses países.<sup>7</sup>

No Brasil, estudo publicado em 2007 com dados de 2003 também apontou que a análise das CB subestimou a mortalidade por doenças crônicas, especialmente insuficiência cardíaca (IC) e hipertensão arterial (HA).<sup>8</sup> Em 2018, outro trabalho brasileiro com dados de 2004 a 2013 demonstrou, a partir da análise por CM de óbito, o aumento de HA em aproximadamente 400% quando comparado com as citações originadas do método de CB de óbito.<sup>9</sup> Em 2021, o mesmo foi observado em estudo sobre IC, com aumento de quase 300% das citações dessa doença nas DO analisadas por meio do modelo por CM em comparação com o método por CB.<sup>10</sup>

Poucos estudos analisaram a mortalidade por DIC empregando o método de CM ao longo do tempo com o intuito de avaliar a contribuição de outras causas nos óbitos em que DIC era definida como CB.<sup>6,11,12,13</sup> Assim, este estudo objetiva avaliar a mortalidade por DIC no Brasil entre 2006 e 2020, empregando o método de CM, para identificar diferenças em sua ocorrência nos padrões por sexo e região geográfica.

### **Métodos:**

Trata-se de um estudo ecológico de dados das DO no Brasil de 2006 a 2020. Esse período foi escolhido porque estudos anteriores demonstraram melhora no preenchimento das DO após o início dos anos 2000<sup>14</sup> devido ao acréscimo de mais uma linha na parte I da DO em 1999, com o intuito de analisar um maior número de causas antecedentes.<sup>3</sup> Além disso, em 2004, aconteceu uma campanha do Ministério da Saúde para redução de óbitos por causas mal definidas o que estimulou a melhora de preenchimento das DO.<sup>15,16</sup>

Os dados da DO foram obtidos no Sistema de Informações sobre Mortalidade (SIM) em sítio eletrônico mantido pelo Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde (DATASUS), do Ministério da Saúde do Brasil.<sup>17</sup> Foram obtidos dados dos anos de 2006 até 2020 de todas as unidades federativas. Os dados foram baixados em tabelas no formato original DBC e, posteriormente, exportados para DBF por meio do programa Tabwin, convertidos em CSV, e salvos em XLS no Excel 2016 (Microsoft Corporation, Seattle, WA, EUA), modelo utilizado para o restante do trabalho.

Na sequência, foi realizada a filtragem dos dados em cada ano, selecionando, por meio de fórmula, apenas as linhas do Excel cuja Classificação Internacional de Doença (CID) da CB iniciasse com I2, conforme detalhamento no **Anexo 1**. Consecutivamente, foi realizada a filtragem manual de todas as linhas do Excel, de modo a selecionar apenas as linhas cujas causas básicas pertenciam às CID-10 I20.0 a I25.9 do grupo das DIC, excluindo-se as restantes. Após essa seleção, identificou-se as treze principais doenças citadas nas linhas A, B, C, D ou II quando DIC havia sido selecionada como CB no Brasil entre 2006 e 2020, com subsequente estratificação por sexo e RG (Norte, Nordeste, Centro-Oeste, Sudeste e Sul).

Posteriormente, o grau de dependência entre essas doenças, o sexo e a região geográfica foi avaliado pela aplicação do modelo de rede de pequeno mundo (*small-world network*) com grafos onde a espessura do arco é proporcional ao número de ligações entre os

vértices, implementados com o uso do pacote *igraph* (Csardi & Nepusz, 2006), do software estatístico R (R Core Team, 2021).<sup>18</sup>

Na análise de doenças mais citadas, foram agrupadas as CID de mesmo significado clínico. Exemplificando, Doença isquêmica aguda do coração (I24), Angina *pectoris* (I20) e Infarto agudo do miocárdio (I21) foram unificados em Infarto agudo do miocárdio (IAM). Doença isquêmica crônica do coração (I25) e Aterosclerose generalizada (I70) foram associadas em Doença aterosclerótica do coração (DAC). Insuficiência cardíaca (I50), Cardiomiopatias (I42) e Edema pulmonar (J81) foram unidas em Insuficiência cardíaca (IC). Processos infecciosos, representados por Pneumonia (J189 e J159) e Septicemias (A419), foram agrupados em Infecção. Na análise de doenças, observou-se que DM foi citada com várias CID diferentes sendo necessário unificá-las (CID E10.0 a E14.9). Após a seleção, unimos os códigos semelhantes clinicamente. Finalmente, unificamos códigos de pouco significado clínico que não ajudam a definir a causa do óbito, como Parada respiratória (R09), Insuficiência respiratória (J96), Parada cardíaca (I46), Arritmia cardíaca (I49 e I48), Outros sinais e sintomas (R68), Senilidade (R54), Doença não especificada do coração (I51), Morte súbita (I46 e R96) e Causas mal definidas (R99), criando o grupo Códigos-lixo (CL).

Em um segundo momento, nova filtragem dos dados foi feita em cada ano, selecionando-se por meio de fórmula apenas as linhas do Excel cujas CID das linhas A, B, C, D ou II iniciassem com I2, conforme descrito no **Anexo 2**. Posteriormente, foi feita a seleção manual com intuito de separar os casos em que as DIC, CID-10 I20.0 a I25.9 foram citadas em quaisquer das linhas (A, B, C, D ou II). Na sequência, foram identificadas as dezesseis principais doenças citadas na coluna de CB quando DIC havia sido selecionada nas linhas A, B, C, D ou II no Brasil de 2006 a 2020 com posterior estratificação por sexo e regiões. Avaliamos, também, o grau de dependência entre essas doenças, o sexo e as regiões pelo modelo de rede de pequeno mundo (*small-world network*) com grafos, onde a espessura do arco é proporcional ao número de ligações entre os vértices, implementados com o uso do pacote *igraph* (Csardi & Nepusz, 2006), do software estatístico R (R Core Team, 2021).<sup>18,19</sup>

Finalmente, nas análises por sexo e regiões, foi utilizado o teste do qui-quadrado para avaliar, por meio do valor de p, a frequência com que o evento observado se desviava, significativamente ou não, da frequência com que ele é esperado.

## **Resultados:**

A **Tabela 1** apresenta as treze causas associadas mais citadas nas linhas A, B, C, D ou II no Brasil, de 2006 a 2020, quando a CB pertencia ao grupo das DIC (CID-10 I20.0 a I25.9), distribuídas por sexo, em números absolutos e percentuais. Em seguida, mostra as dezesseis principais causas básicas de óbito selecionadas quando as DIC foram mencionadas em pelo menos uma linha da DO e a frequência de óbitos por essas causas em números absolutos e percentuais, de 2006 a 2020, no Brasil, estratificadas por sexo. As associações apresentam relevância estatística comprovada pelo cálculo do valor de  $p < 0,05$ . Observa-se que IAM, IC, HA apresentaram os maiores percentuais em ambos os sexos. Ressalta-se ainda a frequência dos códigos-lixo, que representaram cerca de 13% das causas associadas às DIC quando codificadas como CB.

**TABELA 1-** Distribuição, pelo número de citações, absoluto e percentual, das principais doenças associadas às doenças isquêmicas do coração (DIC) e causas básicas de óbito quando as DIC estiveram presentes em pelo menos uma linha da DO no Brasil, de 2006 a 2020, estratificadas por sexo

		<b>Masculino</b>	<b>Feminino</b>	<b>p</b>
<b>Causas Associadas</b>	<b>Total</b>	<b>653285 (100%)</b>	<b>464701 (100%)</b>	<b>&lt; 0,0001</b>
	AVC	2915 (0,4%)	2318 (0,5%)	< 0,0001
	CL	89498 (13,7%)	62605 (13,5%)	< 0,0001
	DEP	10266 (1,6%)	2572 (0,6%)	< 0,0001
	DICC	74048 (11,3%)	48677 (10,5%)	< 0,0001
	DM	12015 (1,8%)	14566 (3,1%)	< 0,0001
	DPOC	2815 (0,4%)	1653 (0,4%)	< 0,0001
	DRA	2066 (0,3%)	1382 (0,3%)	< 0,0001
	DRC	2836 (0,4%)	1618 (0,3%)	< 0,0001
	EP	1495 (0,2%)	1634 (0,4%)	0,013
	HA	98079 (15,0%)	79057 (17,0%)	< 0,0001
	Infecções	9063 (1,4%)	7186 (1,5%)	< 0,0001
	IAM	246893 (38,0%)	167115 (35,9%)	< 0,0001
IC	101296 (15,5%)	74318 (16,0%)	< 0,0001	
<b>Causas Básicas</b>	<b>Total</b>	<b>315223 (100%)</b>	<b>224548 (100%)</b>	<b>&lt; 0,0001</b>
	Alzheimer	401 (0,1%)	540 (0,2%)	< 0,0001
	AVC	3721 (1,2%)	2712 (1,2%)	< 0,0001
	CA	1565 (0,5%)	526 (0,2%)	< 0,0001
	COVID	551 (0,2%)	302 (0,1%)	< 0,0001
	DCh	908 (0,3%)	534 (0,2%)	< 0,0001
	DEP	3017 (1,0%)	210 (0,1%)	< 0,0001
	DICC	28495 (9,0%)	22212 (9,9%)	< 0,0001



DLP	2260 (0,7%)	1672 (0,7%)	< 0,0001
DM	22367 (7,1%)	23416 (10,4%)	< 0,0001
DPOC	4125 (1,3%)	2728 (1,2%)	< 0,0001
DRA	490 (0,2%)	270 (0,1%)	< 0,0001
DRC	851 (0,3%)	472 (0,2%)	< 0,0001
I	1279 (0,4%)	1917 (0,9%)	< 0,0001
IAM	240339 (76,1%)	163779 (73,2%)	< 0,0001
IC	3677 (1,2%)	1806 (0,8%)	< 0,0001
Obesidade	1177 (0,4%)	1452 (0,6%)	< 0,0001

Acidente vascular cerebral (AVC); Câncer (CA); Códigos-lixo (CL); Coronavírus (COVID); Doença isquêmica crônica do coração; Doença de Chagas (DCh); Dependência química (DEP); Dislipidemia (DLP); Diabetes melito (DM); Doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC); Doença renal aguda (DRA); Doença renal crônica (DRC); Embolia pulmonar (EP); Hipertensão arterial (HA); Infarto agudo do miocárdio (IAM) e Insuficiência cardíaca (IC).

A **Tabela 2** mostra as treze doenças associadas mais mencionadas nas linhas A, B, C, D ou II no Brasil, de 2006 a 2020, quando a causa básica pertencia ao grupo das DIC (CID-10 I20.0 a I25.9), distribuídas por região geográfica em números absolutos e percentuais. Posteriormente, apresenta as dezesseis principais causas básicas de óbito selecionadas quando as DIC foram citadas em pelo menos uma linha da DO e a frequência de óbitos por essas causas em números absolutos e percentuais, de 2006 a 2020, no Brasil, divididas por região geográfica. As variações entre as regiões apresentam forte significância estatística confirmada por valor de  $p < 0,0001$ . Observa-se também que IAM, IC, HA apresentaram os maiores percentuais e que os códigos-lixo foram frequentes em todas as regiões. Entre as causas associadas com a DIC, ressalta-se HA e IAM nas regiões Norte e Nordeste; DM no Nordeste; CL no Norte e no Centro-Oeste; DICC, DM e IC no Centro-Oeste e no Sudeste; e AVC, DICC, DPOC e Infecções no Sul. Entre as causas básicas de óbito quando as DIC estiveram presentes em pelo menos uma linha da DO, destacam-se maior frequência proporcional de IAM, DM e AVC nas regiões Norte e Nordeste; covid, DRA, DRC e Infecções no Norte; DEP no Norte e no Centro-Oeste; DCh e Dislipidemia no Centro-Oeste; IC no Centro-Oeste e no Sul; Doença de Alzheimer e DRC no Sudeste e no Sul; Infecções no Sudeste; e AVC, DICC e DPOC no Sul.

**TABELA 2-** Distribuição, pelo número de citações, absoluto e percentual, das doenças associadas às doenças isquêmicas do coração (DIC) e causas básicas de óbito quando as DIC

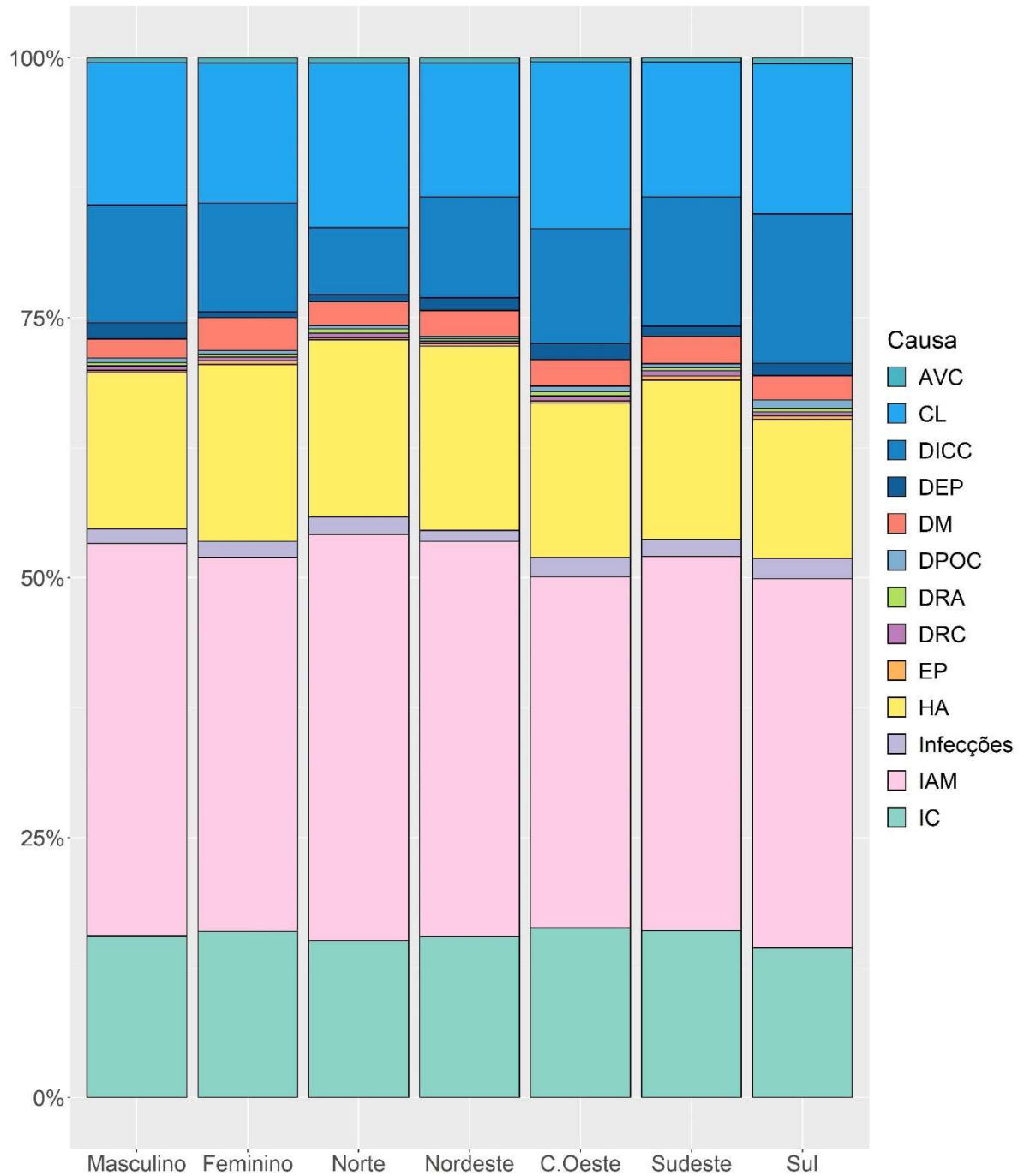
estiveram presentes em pelo menos uma linha da DO no Brasil de 2006 a 2020, distribuídas por região geográfica.

		Norte	Nordeste	Centro-Oeste	Sudeste	Sul	p
<b>Causas Associadas</b>	<b>Total</b>	<b>121714</b> <b>(100%)</b>	<b>448760</b> <b>(100%)</b>	<b>191793</b> <b>(100%)</b>	<b>214795</b> <b>(100%)</b>	<b>157710</b> <b>(100%)</b>	< <b>0,0001</b>
	AVC	608 (0,5%)	2241 (0,5%)	699 (0,4%)	815 (0,4%)	871 (0,6%)	< 0,0001
	CL	19268 (15,8%)	57798 (12,9%)	30816 (16,1%)	27907 (13,0%)	22804 (14,5%)	< 0,0001
	DEP	810 (0,7%)	5442 (1,2%)	2948 (1,5%)	2109 (1,0%)	1913 (1,2%)	< 0,0001
	DICC	7876 (6,5%)	43568 (9,7%)	21248 (11,1%)	26714 (12,4%)	22647 (14,4%)	< 0,0001
	DM	2768 (2,3%)	11110 (2,5%)	4852 (2,5%)	5656 (2,6%)	3638 (2,3%)	< 0,0001
	DPOC	416 (0,3%)	1051 (0,2%)	1012 (0,5%)	841 (0,4%)	1251 (0,8%)	< 0,0001
	DRA	494 (0,4%)	1016 (0,2%)	775 (0,4%)	598 (0,3%)	562 (0,4%)	< 0,0001
	DRC	560 (0,5%)	1224 (0,3%)	938 (0,5%)	1104 (0,5%)	616 (0,4%)	< 0,0001
	EP	223 (0,2%)	1037 (0,2%)	424 (0,2%)	853 (0,4%)	523 (0,3%)	< 0,0001
	HA	20732 (17,0%)	79543 (17,7%)	28483 (14,9%)	32833 (15,3%)	21165 (13,4%)	< 0,0001
	Infecções	2034 (1,7%)	4736 (1,1%)	3547 (1,8%)	3614 (1,7%)	3031 (1,9%)	< 0,0001
	IAM	47603 (39,0%)	170506 (38,0%)	64810 (33,8%)	77305 (36,0%)	56018 (35,4%)	< 0,0001
IC	18322 (15,1%)	69488 (15,5%)	31241 (16,3%)	34446 (16,0%)	22671 (14,4%)	< 0,0001	
<b>Causas Básicas</b>	<b>Total</b>	<b>58635</b> <b>(100%)</b>	<b>216439</b> <b>(100%)</b>	<b>84742</b> <b>(100%)</b>	<b>100590</b> <b>(100%)</b>	<b>79376</b> <b>(100%)</b>	< <b>0,0001</b>
	Alzheimer	56 (0,1%)	299 (0,1%)	109 (0,1%)	259 (0,3%)	221 (0,3%)	< 0,0001
	AVC	875 (1,5%)	3091 (1,4%)	775 (0,9%)	1079 (1,1%)	765 (1,0%)	< 0,0001
	CA	179 (0,3%)	467 (0,2%)	292 (0,3%)	293 (0,3%)	357 (0,4%)	< 0,0001
	COVID	234 (0,4%)	308 (0,1%)	175 (0,2%)	115 (0,1%)	21 (0,0%)	< 0,0001
	DCh	84 (0,1%)	558 (0,3%)	550 (0,6%)	203 (0,2%)	45 (0,1%)	< 0,0001
	DEP	190 (0,3%)	1122 (0,5%)	526 (0,6%)	282 (0,3%)	352 (0,4%)	< 0,0001
	DICC	3402 (5,8%)	15913 (7,4%)	8813 (10,4%)	10788 (10,7%)	11651 (14,7%)	< 0,0001
	DLP	240 (0,4%)	1495 (0,7%)	865 (1,0%)	787 (0,8%)	554 (0,7%)	< 0,0001
	DM	5249 (9,0%)	20349 (9,4%)	6301 (7,4%)	7538 (7,5%)	6354 (8,0%)	< 0,0001
	DPOC	757 (1,3%)	1731 (0,8%)	1211 (1,4%)	1178 (1,2%)	1566 (2,0%)	< 0,0001

DRA	156 (0,3%)	288 (0,1%)	109 (0,1%)	115 (0,1%)	97 (0,1%)	< 0,0001
DRC	165 (0,3%)	436 (0,2%)	203 (0,2%)	299 (0,3%)	212 (0,3%)	< 0,0001
Infecções	475 (0,8%)	748 (0,3%)	456 (0,5%)	945 (0,9%)	367 (0,5%)	< 0,0001
IAM	45872 (78,2%)	166822 (77,2%)	62712 (74,4%)	74905 (74,4%)	55674 (70,0%)	< 0,0001
IC	482 (0,8%)	1941 (0,9%)	1030 (1,2%)	1280 (1,3%)	696 (0,9%)	< 0,0001
Obesidade	219 (0,4%)	871 (0,4%)	615 (0,7%)	524 (0,5%)	444 (0,6%)	< 0,0001

Acidente vascular cerebral (AVC); Câncer (CA); Códigos-lixo (CL); Coronavírus (COVID); Doença isquêmica crônica do coração (DICC); Doença de Chagas (DCh); Dependência química (DEP); Dislipidemia (DLP); Diabetes melito (DM); Doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC); Doença renal aguda (DRA); Doença renal crônica (DRC); Embolia pulmonar (EP); Hipertensão arterial (HA); Infarto agudo do miocárdio (IAM) e Insuficiência cardíaca (IC).

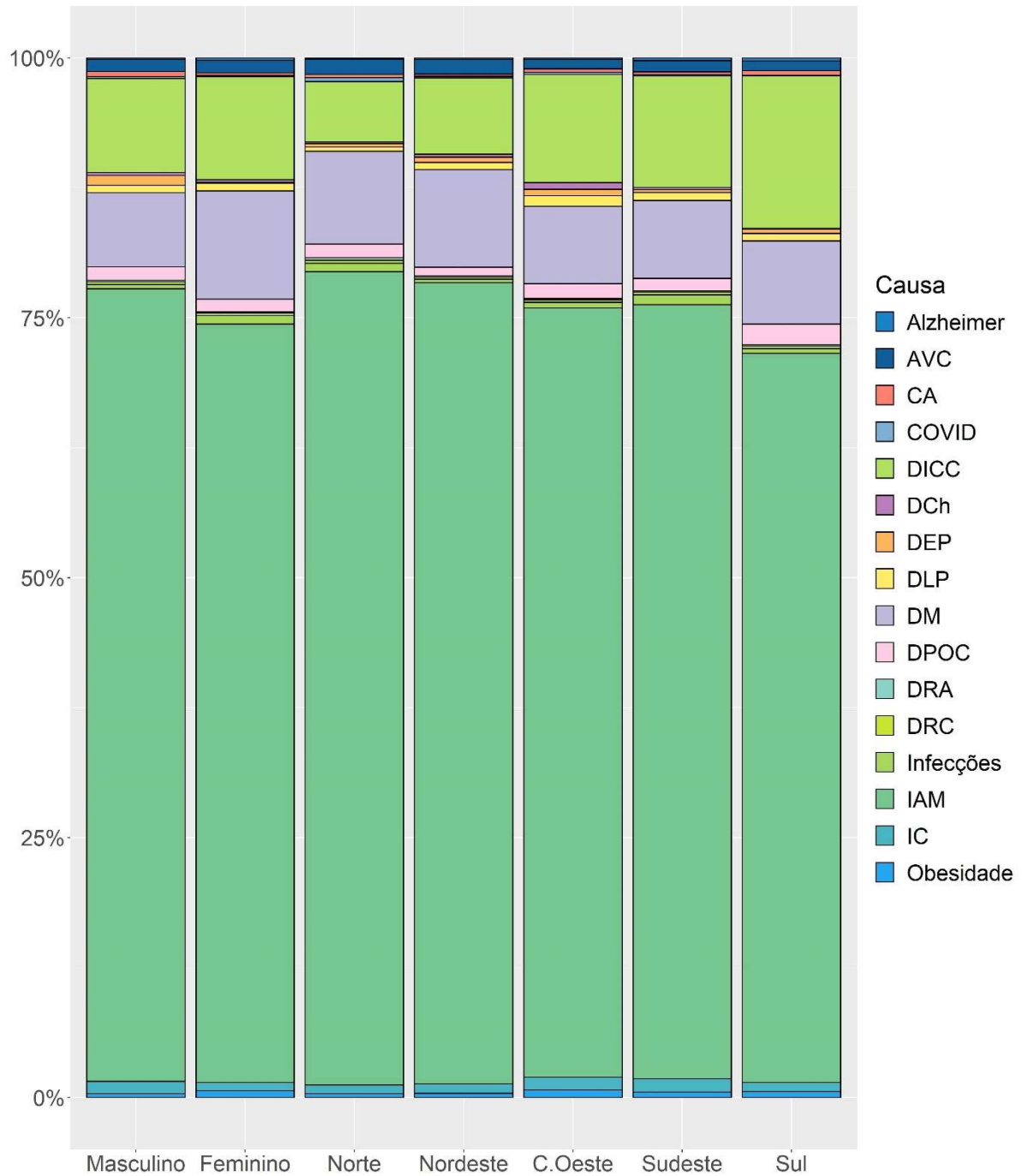
A **Figura 1** ilustra a mortalidade proporcional das treze principais causas associadas quando as DIC são as CB estratificadas por sexo e região, no Brasil, de 2006 a 2020. O gráfico de barras empilhadas com cores padronizadas por causas relacionadas permite observar que o padrão de distribuição entre essas causas é semelhante entre si e apresenta maior frequência proporcional de IAM seguida por IC. Ao comparar os sexos masculino e feminino, porém, observa-se mais menções como causas associadas de HA e DM nas mulheres e de DEP nos homens. Na análise por região, observa-se maior frequência proporcional de HA nas regiões Norte e Nordeste; DEP na região Centro-Oeste; DICC nas regiões Sul e Sudeste; e DPOC na região Sul.



**Figura 1.** Causas múltiplas associadas às doenças isquêmicas do coração (DIC) no Brasil de 2006 a 2020 por sexo e região geográfica. Gráfico de barras empilhadas com cores padronizadas das treze principais causas associadas quando as DIC são consideradas as causas básicas no sexos masculino e feminino e nas regiões Norte, Nordeste, Centro-Oeste, Sudeste e Sul.

Acidente vascular cerebral (AVC); Códigos-lixo (CL); Doenças isquêmicas crônicas do coração (DICC); Dependência química (DEP); Diabetes melito (DM); Doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC); Doença renal aguda (DRA); Doença renal crônica (DRC); Embolia pulmonar (EP); Hipertensão arterial (HA); Infarto agudo do miocárdio (IAM) e Insuficiência cardíaca (IC).

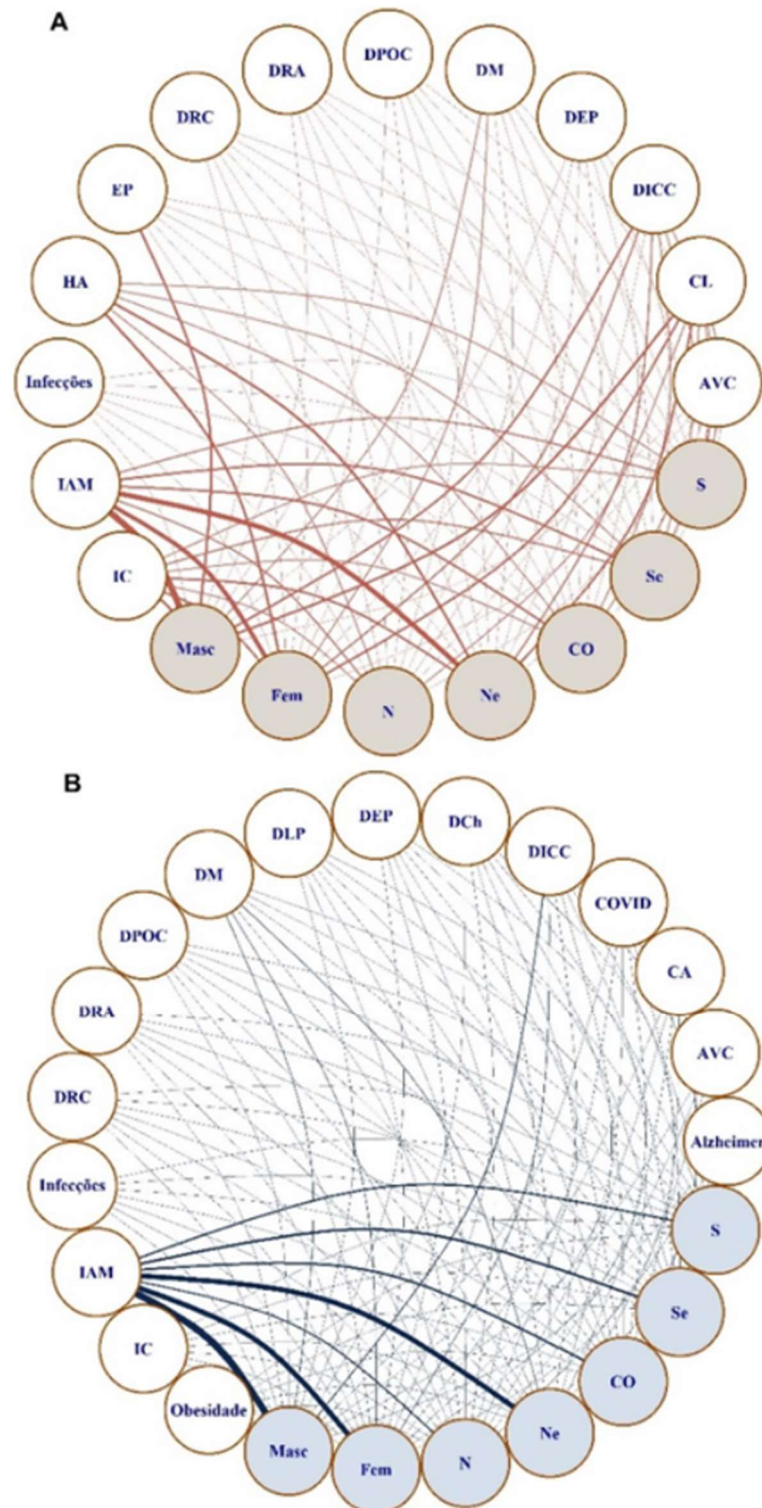
A **Figura 2** relaciona as dezesseis principais CB relatadas quando as DIC estão presentes em pelo menos uma linha da DO, estratificada por sexo e região, no Brasil, de 2006 a 2020. Há maior frequência proporcional do IAM nas regiões e em ambos os sexos, seguido por DM e DAC. Comparando-se as CB quando há menção de DIC, entre homens e mulheres, observa-se mais menções de DM e AVC nas mulheres, e DEP, IC e câncer nos homens. Na avaliação entre as regiões, há maior frequência de menções de DM e AVC nas regiões Norte e Nordeste, dislipidemia e IC no Centro-Oeste, obesidade e DRC no Sudeste, Doença de Alzheimer, DICC e DPOC no Sul. Apesar de ter ocorrido durante um período curto da análise, no ano de 2020, o Coronavírus surgiu entre as CB mais citadas com maior proporção na região Norte e, se considerarmos o último ano analisado no estudo (2020), o vírus foi mencionado 2,4% no Brasil, 5,1% na região Norte, 2,3% na região Nordeste, 2,8% na região Centro-Oeste, 2% na região Sudeste e 0,5% na região Sul.



**Figura 2.** Causas básicas associadas à DIC no Brasil, de 2006 a 2020, por sexo e região geográfica. Gráfico de barras empilhadas com cores padronizadas das dezesseis principais causas básicas relatadas quando doenças isquêmicas do coração estão presentes em pelo menos uma linha da declaração de óbito nos sexos masculino e feminino nas regiões Norte, Nordeste, Centro-Oeste, Sudeste e Sul.

Acidente vascular cerebral (AVC); Câncer (CA); Coronavírus (COVID); Doenças isquêmicas do coração (DICC); Doença de Chagas (DCh); Dependência química (DEP); Dislipidemia (DLP); Diabetes melito (DM); Doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC); Doença renal aguda (DRA); Doença renal crônica (DRC); Infarto agudo do miocárdio (IAM) e Insuficiência cardíaca (IC).

Na **Figura 3**, utilizando o modelo rede de pequeno mundo (*small-world network*) com representação grafo, demonstra-se o grau de dependência entre as DIC como CB e CM. Essa relação é ilustrada por meio da espessura do arco, a qual é proporcional ao número de ligações entre os vértices, o que torna visual as doenças associadas mais citadas e suas relações entre os sexos e regiões. Na **Figura 3A**, observa-se as treze principais doenças associadas quando as DIC são CB e suas associações com os sexos e as regiões. Verifica-se que o IAM tem maior proporção de frequência de menções nos sexos masculino e feminino e na região Nordeste. A maior relação com o sexo masculino também é vista com a embolia pulmonar e a DICC, enquanto nas mulheres observa-se associação com a DM. Nota-se que a HA esteve mais proporcionalmente associada ao sexo masculino e região Nordeste. A **Figura 3B** demonstra a mesma relação com as dezesseis doenças descritas como CB quando as DIC são citadas em qualquer linha da DO. O IAM também apresenta maior proporção de associação com homens e região Nordeste. Há maior proporção de menções de DICC no sexo masculino e de DM no sexo feminino.



**Figuras 3A e 3B.** Modelo de rede de pequeno mundo (*small-world network*) com representação grafo das treze principais doenças associadas quando as DIC são codificadas como causa básica e das dezesseis doenças codificadas como causa básica quando as DIC são



citadas em qualquer linha da Declaração de Óbito estratificadas por sexo e região geográfica. A espessura do arco é proporcional ao número de ligações entre os vértices.

Acidente vascular cerebral (AVC); Câncer (CA); Códigos-lixo (CL); Coronavírus (COVID); Doença isquêmica crônica do coração (DICC); Doença de Chagas (DCh); Dependência química (DEP); Dislipidemia (DLP); Diabetes melito (DM); Doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC); Doença renal aguda (DRA); Doença renal crônica (DRC); Embolia pulmonar (EP); Hipertensão arterial (HA); Infarto agudo do miocárdio (IAM) e Insuficiência cardíaca (IC). Regiões Geográficas: N - Norte, NE - Nordeste, CO - Centro-Oeste, Se - Sudeste, S - Sul. Sexos: Mas - masculino, Fem- feminino.

### **Discussão:**

Esse estudo demonstrou o IAM como a principal doença mencionada quando a DIC é CB e CM, o que já havia sido sugerido em estudos anteriores.<sup>12</sup> Além do IAM, observou-se HA, DICC, IC, DM como causas associadas mais frequentes, com padrão semelhante entre os sexos. No sexo masculino, a DEP tem maior proporção, enquanto no sexo feminino DM e HA apresentam mais menções comparativamente. A relevância de HA como causa associada de DCV foi sugerida por Villela *et al.* em estudo brasileiro de 2018 e por Santo *et al.* em trabalho realizado em 2011 sobre a associação de doenças cerebrovasculares e DH, concluindo-se que o controle da pressão arterial está associado à redução de mortes por DIC e Doenças Cerebrovasculares.<sup>9,20,21</sup>

A importância de DM como causa associada quando DIC são codificadas como a CB foi relatada em estudo italiano de 2015. Fedeli *et al.* observaram que o número de citações de DM aumentava em até cinco vezes quando se analisava menções em qualquer linha da DO em comparação com as citações como CB,<sup>5</sup> corroborando estudos anteriores que já sugeriam a subnotificação de DM pela análise por CB.<sup>22,23</sup> Quinone *et al.*, em estudo americano, confirmaram que essa associação também ocorre com as DIC, com maior relevância em mulheres e ratificaram sua importância quando as mortes ocorriam em mais jovens.<sup>6</sup>

Na análise regional, observa-se maior número de menções comparativas de HA na região Norte. Dado corroborado por Itahitani *et al.* que sugeriram aumento significativo das menções de H quando analisadas como causas associadas.<sup>3</sup> O alto número de citações de causas mal-definidas que não definem uma CB é denominado código-lixo. Ele indica falha no preenchimento da DO, o que dificulta a análise de mortalidade no Brasil. Johnson *et al.*, em 2021, com dados do *Global Burden of Disease* (GBD) de 2019, já haviam sugerido os códigos-lixo como frequentes e prejudiciais à análise das DO e sua relação inversamente

proporcional com os indicadores sociais de uma comunidade.<sup>24</sup> Esses códigos estão proporcionalmente menores nas regiões Norte e Nordeste, o que sugere melhora do preenchimento das DO.<sup>15,16, 25,26</sup>

Quando as DIC estão presentes em pelo menos uma linha da DO, as CB mais associadas a elas são: IAM, DM, DICC, DPOC, AVC e dislipidemia. No sexo feminino, destaca-se o maior número de menções de DM, DICC e Doença de Alzheimer, enquanto nos homens há mais citações de dependência química e câncer. Considerada o principal fator de risco cardiovascular, a relação entre DM e DIC já é conhecida há muitos anos, assim como sua maior relevância no sexo feminino.<sup>27-29</sup> O presente estudo demonstrou que as DIC podem estar subestimadas dentro das DO que relatam DM como CB. Observamos o mesmo fenômeno com DPOC, AVC e dislipidemia, que compartilham fatores de risco e fisiopatologia com as DIC.<sup>7,30,31</sup> Em 2022, esse achado foi confirmado por Santo *et al.* em estudo brasileiro com dados de 2000 a 2019, que observaram mediante análise por CM que doenças circulatórias são as mais associadas às mortes por DPOC, com as quais compartilham o tabagismo como fator de risco importante e fatores confundidores como a idade.<sup>32</sup> Além disso, a associação de DCV com obesidade também foi observada conforme sugerido por Adair *et al.* em estudo australiano de 2020, que as relacionou, pelo método de CM, com DM, DRC, HA e dislipidemia com aumento de mortalidade por DCV assim como demonstrado nesse trabalho.<sup>7</sup> Estudo brasileiro de 2004 sugeriu a associação entre obesidade, DCV, dislipidemia e HA com DIC.<sup>33</sup>

Na avaliação entre as regiões, observa-se maior importância de DM e AVC nas regiões Norte e Nordeste, enquanto a Centro-Oeste apresenta mais citações proporcionalmente de dislipidemia e obesidade, corroborando o estudo com dados da França, da Itália e dos Estados Unidos, que observou aumento do número de menções à obesidade quando utilizado o método de CM em comparação com CB.<sup>34</sup> As regiões Sudeste e Sul têm maior número de menções de Alzheimer em concordância com estudo de 2016 que sugeria o aumento de citações de doenças mentais, incluindo demências, em até 20% quando realizada análise por CM.<sup>35</sup> Esses dados podem sugerir as doenças que estão associadas com melhores indicadores sociais e maior expectativa de vida nessas duas últimas regiões.<sup>13</sup> No Sul, há predomínio de DICC e DPOC, sendo essa a região com maior consumo proporcional de tabaco do país.<sup>36</sup> A Doença de Chagas, com predomínio na região Centro-Oeste, confirma dados de estudos brasileiros que a definiram como patologia subnotificada nas DO e que

apresentava a DIC como uma de suas causas associadas, assim como arritmias, IC, DCV e DH.<sup>37,38</sup>

O Coronavírus (covid-19) em 2020, período curto da nossa análise, configura-se entre as principais CB às quais as DIC se associaram, com maior proporção na região Norte. Quando consideramos apenas o ano de 2020, o vírus representou, entre as CB relacionadas às DIC, 2,4% no Brasil, 5,1% na região Norte; 2,3% na Nordeste; 2,8% na Centro-Oeste; 2% na Sudeste; e 0,5% na Sul. Diante desses dados, nota-se que a covid-19 ocupa o em quinto lugar entre as causas mais relevantes, reforçando sua importância nesse período com pior prognóstico dos pacientes portadores de DIC acometidos pelo vírus.<sup>39,40</sup> Estudo do Ministério da Saúde, com análise das DCV e Coronavírus, pelo método de CM, concluiu que houve aumento do número de mortes por DCV, considerando-se somente as codificações de covid-19 como CB, com maior importância no Norte do Brasil, semelhante ao presente estudo.<sup>41</sup> Dado corroborado por estudo brasileiro de 2022 que reforçou importância das comorbidades dos pacientes com covid-19 como causa associada de morte, sendo as mais citadas DM, HA, DRC, obesidade e DIC.<sup>42</sup>

O presente estudo apresenta como limitação o fato de a análise de mortalidade depender da qualidade de preenchimento das DO. Além disso, como cada médico o faz de acordo com seus conhecimentos e experiência, as DO podem apresentar vieses e erros de acordo com a qualificação e o treinamento do profissional. Outro ponto relevante é o modelo de DO, padronizado mundialmente, ter como objetivo principal identificar a CB e seu curso, o que pode desestimular os profissionais a detalharem doenças e fatores de risco anteriores que podem ter influenciado no óbito, logo, prejudicando a avaliação por causas múltiplas.<sup>3,4</sup> É importante reforçar que se trata de um estudo observacional, não sendo possível avaliar causalidade.

Estudos posteriores serão necessários para compreender as associações sugeridas, guiando investimentos em saúde pública no intuito de reduzir a mortalidade por DIC. Além disso, carecem de melhor compreensão as diferenças encontradas entre as regiões e os sexos tornando os investimentos mais específicos e personalizados, com melhores resultados.

### **Conclusão:**

A análise dos óbitos por DIC por meio do método por CM reforça a relevância desse tema e o grande número de doenças associadas às DIC e as quais ela está relacionada. Diversas enfermidades, como IAM, H, DAC, IC e DM associam-se com DIC como CB. A DIC relaciona-se com outras CB, como IAM, DM, DAC, DPOC e AVC. A proporção dessas associações varia entre os sexos e as regiões geográficas. Investimentos em ferramentas para diagnóstico e tratamento dessas doenças podem reduzir o número de óbitos por DIC, assim como o melhor cuidado das DIC pode repercutir na diminuição dos óbitos por DM, DPOC, AVC, dislipidemia, pneumonia e obesidade.

**Referências:**

- 1- MACKENBACH, J.P. et al. **Competing causes of death: an analysis using multiple-cause-of-death data from The Netherlands.** Am J Epidemiol. 1995. 1;141(5):466-75. doi: 10.1093/oxfordjournals.aje.a117449. PMID: 7879791.
- 2- WALL, M.M. et al. **Factors associated with reporting multiple causes of death.** BMC Med Res Methodol. 2005. 17;5(1):4. Doi: 10.1186/1471-2288-5-4. PMID: 15655070; PMCID: PMC548504.
- 3- ISHITANI, L.H.; FRANÇA, E. **Uso das causas múltiplas de morte em saúde pública.** Inf. Epidemiol. Sus. 2021; 10(4): 163 – 175. <http://dx.doi.org/10.5123/S0104-16732001000400003>.
- 4- LAURENTI, R.; SILVEIRA, M.H. **Causas múltiplas de morte.** Rev Saúde Pública. 1972. 6:97-102. <https://doi.org/10.1590/S0034-89101972000100011>.
- 5- FEDELI, U. et al. **Multiple causes of death analysis of chronic diseases: the example of diabetes.** Popul Health Metr. 2015. 25;13:21. doi: 10.1186/s12963-015-0056-y. PMID: 26309427; PMCID: PMC4549015.
- 6- QUINONES, A. et al. **Diabetes and ischemic heart disease death in people age 25-54: a multiple-cause-of-death analysis based on over 400 000 deaths from 1990 to 2008 in New York City.** Clin Cardiol. 2015. 38(2):114-20. doi: 10.1002/clc.22367. PMID: 25716311; PMCID: PMC6711024.
- 7- ADAIR, T.; LOPEZ, A.D. **The role of overweight and obesity in adverse cardiovascular disease mortality trends: an analysis of multiple cause of death data from Australia and the USA.** BMC Med. 2020. 4;18(1):199. doi: 10.1186/s12916-020-01666-y. PMID: 32746822; PMCID: PMC7401233.
- 8- SANTO, A.H. **Potencial epidemiológico da utilização das causas múltiplas de morte por meio de suas menções nas declarações de óbito, Brasil, 2003.** Rev Panam Salud Publica. 2007;22(3):178–86.
- 9- VILLELA, P.B.; KLEIN, C.H.; OLIVEIRA, G.M.M. **Cerebrovascular and hypertensive diseases as multiple causes of death in Brazil from 2004 to 2013.** Public Health. 2018. 161:36-42. doi: 10.1016/j.puhe.2018.04.006. PMID: 29870833.
- 10- VILLELA, P.B.; SANTOS, S.C.; OLIVEIRA, G.M.M. **Heart failure quantified by underlying cause and multiple cause of death in Brazil between 2006 and 2016.** BMC Public Health. 2021. 15;21(1):2100. doi: 10.1186/s12889-021-12173-x. PMID: 34781911; PMCID: PMC8594227.
- 11- RAHIMI, K. et al. **Mortality from heart failure, acute myocardial infarction and other ischaemic heart disease in England and Oxford: a trend study of multiple-cause-**

- coded death certification.** J Epidemiol Community Health. 2015. 69(10):1000-5. Doi: 10.1136/jech-2015-205689. Epub 2015 Jul 1. PMID: 26136081; PMCID: PMC4602272.
- 12- GOLDACRE, M.J.; ROBERTS, S.E.; GRIFFITH, M. **Multiple-cause coding of death from myocardial infarction: population-based study of trends in death certificate data.** J Public Health Med. 2003. 25(1):69-71. doi: 10.1093/pubmed/fdg014. PMID: 12669922.
- 13- BASTOS, L.A.V.M. et al. **Mortality from diseases of the circulatory system in Brazil and its relationship with social determinants focusing on vulnerability: an ecological study.** BMC Public Health. 2022. 20;22(1):1947. doi: 10.1186/s12889-022-14294-3. PMID: 36266678; PMCID: PMC9583513.
- 14- FERREIRA, L.C.M. et al. **Mortality Due to Acute Myocardial Infarction in Brazil from 1996 to 2016: 21 Years of Disparities in Brazilian Regions - ABC Cardiol.** Arq Bras Cardiol. 2020. 115 (5): 849-859. doi: 10.36660/abc.20190438. PMID: 33295447; PMCID: PMC8452190.
- 15- SANTO, A.H.; PINHEIRO, C.E. **Reavaliação do potencial epidemiológico das causas múltiplas de morte no Brasil.** Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação. 2022. 8 (1): 2675 –3375. doi.org/10.51891/rease.v8i1.4008.
- 16- TEIXEIRA, R.A. et al. **Quality of cause-of-death data in Brazil: Garbage codes among registered deaths in 2000 and 2015.** Rev Bras Epidemiol. 2019. 28;22Suppl 3(Suppl 3):e19002.supl.3. doi: 10.1590/1980-549720190002.supl.3. PMID: 31800854.
- 17- DEPARTAMENTO DE INFORMÁTICA DO SISTEMA ÚNICO DE SAÚDE (DATASUS). Disponível em: <http://www2.datasus.gov.br/DATASUS/index.php?area=0901&item=1&acao=26&pad=31655>. Acesso em: 03 jun 2022.
- 18- CSARDI, G.; NEPUSZ, T. **The igragh software package for complex network research.** InterJournal. Complex Systems 1695. 2006.
- 19- TEAM, R CORE. **R: A language and environment for statistical computing.** R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. MSOR connections 1 (2014): n. pag.
- 20- FURUKAWA, T.S.; SANTO, A.H.; MATHIAS, T.A. **Multiple causes of death related to cerebrovascular diseases in the State of Parana, Brazil.** Rev Bras Epidemiol. 2011. 14(2):231-9. English, Portuguese. doi: 10.1590/s1415-790x2011000200005. PMID: 21655690.
- 21- MARTINEZ, R. et al. **Association between population hypertension control and ischemic heart disease and stroke mortality in 36 countries of the Americas, 1990-2019: an ecological study.** Rev Panam Salud Publica. 2022. 16;46:e143. doi: 10.26633/RPSP.2022.143. PMID: 36133429; PMCID: PMC9484333.

- 22- KIM, D. et al. **Trends in overall, cardiovascular and cancer-related mortality among individuals with diabetes reported on death certificates in the United States between 2007 and 2017.** *Diabetologia*. 2019. 62(7):1185-1194. doi: 10.1007/s00125-019-4870-9. Epub 2019 Apr 22. PMID: 31011776; PMCID: PMC7063897.
- 23- RODRIGUEZ, F. et al. **Diabetes-attributable mortality in the United States from 2003 to 2016 using a multiple-cause-of-death approach.** *Diabetes Res Clin Pract*. 2019. 148:169-178. doi: 10.1016/j.diabres.2019.01.015. Epub 2019 Jan 11. PMID: 30641162.
- 24- JOHNSON, S.C. et al. **GBD Cause of Death Collaborators; Lopez AD, Murray CJL, Naghavi M. Public health utility of cause of death data: applying empirical algorithms to improve data quality.** *BMC Med Inform Decis Mak*. 2021. 2;21(1):175. doi: 10.1186/s12911-021-01501-1. PMID: 34078366; PMCID: PMC8170729.
- 25- ISHITANI, L.H. et al. **Desigualdade social e mortalidade precoce por doenças cardiovasculares no Brasil.** *Rev Saúde Pública*. 2006. 40(4) 684-691. <https://doi.org/10.1590/S0034-89102006000500019>
- 26- GAUI, E.N.; KLEIN, C.H.; OLIVEIRA, G.M.M. **Proportional Mortality due to Heart Failure and Ischemic Heart Diseases in the Brazilian Regions from 2004 to 2011.** *Arq Bras Cardiol*. 2016. 107(3):230-238. doi: 10.5935/abc.20160119. PMID: 27533259; PMCID: PMC5053191.
- 27- KANNEL, W.B.; MCGEE, D.L. **Diabetes and Cardiovascular Disease: The Framingham Study.** *JAMA*. 1979. 241(19):2035–2038. doi:10.1001/jama.1979.03290450033020. PMID: 430798.
- 28- CHENG, W.S. et al. **Sensitivity and specificity of death certificates for diabetes: as good as it gets?** *Diabetes Care*. 2008. 31(2):279-84. doi: 10.2337/dc07-1327. PMID: 17959866; PMCID: PMC2654202.
- 29- PEDERSEN, L.R. et al. **Risk Factors for Myocardial Infarction in Women and Men: A Review of the Current Literature.** *Curr Pharm Des*. 2016. 22(25):3835-52. doi: 10.2174/1381612822666160309115318. PMID: 26956230.
- 30- ANDRÉ, S. et al; GI DPOC-Grupo de Interesse na Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica. **COPD and Cardiovascular Disease.** *Pulmonology*. 2019. 25(3):168-176. doi: 10.1016/j.pulmoe.2018.09.006. PMID: 30527374.
- 31- ILERI, C. et al. **Predictors of Concomitant Coronary Artery Disease and Major Cardiovascular Events in Patients with Acute Ischemic Stroke.** *Neurol India*. 2021. 69(4):916-922. doi: 10.4103/0028-3886.323893. PMID: 34507412.
- 32- SANTO, A.H.; FERNANDES, F.L.A. **Chronic Obstructive Pulmonary Disease-Related Mortality in Brazil, 2000-2019: A Multiple-Cause-of-Death Study.** *COPD*. 2022. 19(1):216-225. doi: 10.1080/15412555.2022.2061934. PMID: 35416733.

- 33- REZENDE, E.M.; SAMPAIO, I.B.M.; ISHITANI, L.H. **Causas múltiplas de morte por doenças crônico-degenerativas: uma análise multidimensional.** Cad Saúde Pública. 2004. 20(5):1223–31. <https://doi.org/10.1590/S0102-311X2004000500016>.
- 34- BARBIERI, M. et al. **Obesity-related mortality in France, Italy, and the United States: a comparison using multiple cause-of-death analysis.** Int J Public Health. 2017. 62(6):623-629. doi: 10.1007/s00038-017-0978-1. PMID: 28497238; PMCID: PMC5947997.
- 35- PIFFARETTI, C. et al. **Quantifying cause-related mortality by weighting multiple causes of death.** Bull World Health Organ. 2016. 94(12):870-879. doi: 10.2471/BLT.16.172189. PMID: 27994280; PMCID: PMC5153928.
- 36- BARROS, A.J.D. et al. **Tabagismo no Brasil: desigualdades regionais e prevalência segundo características ocupacionais.** Ciênc saúde coletiva. 2011. 16(9):3707–16. <https://doi.org/10.1590/S1413-81232011001000008>.
- 37- SANTO, A.H. **Tendência da mortalidade relacionada à doença de Chagas, Estado de São Paulo, Brasil, 1985 a 2006: estudo usando causas múltiplas de morte [Chagas disease-related mortality trends, state of São Paulo, Brazil, 1985 to 2006: a study using multiple causes of death].** Rev Panam Salud Publica. 2009. 26(4):299-309. doi: 10.1590/s1020-49892009001000003. PMID: 20107677.
- 38- MARTINS-MELO, F.R. et al. **Multiple causes of death related to Chagas' disease in Brazil, 1999 to 2007.** Rev Soc Bras Med Trop. 2012. 45(5):591-6. doi: 10.1590/s0037-86822012000500010. PMID: 23152342.
- 39- SLATER, T.A. et al. **Dying 'due to' or 'with' COVID-19: a cause of death analysis in hospitalised patients.** Clin Med (Lond). 2020. 20(5):e189-e190. doi: 10.7861/clinmed.2020-0440. PMID: 32753516; PMCID: PMC7539724.
- 40- LIANG, C. et al. **Coronary heart disease and COVID-19: A meta-analysis.** Med Clin (Barc). 2021. 156(11):547-554. doi: 10.1016/j.medcli.2020.12.017. PMID: 33632508; PMCID: PMC7843088.
- 41- BOTELHO, M.B. et al. **Doenças cardiovasculares como causas associadas de mortalidade durante a pandemia de covid-19 no Brasil: uma análise de causas de morte relatório ministério da saúde.** Ministério da Saúde. Universidade de Minas Gerais.
- 42- VASCONCELOS, A.M.N. et al. **Covid Adult Mortality in Brazil: An Analysis of Multiple Causes of Death.** Front Public Health. 2022. 9:788932. doi: 10.3389/fpubh.2021.788932. PMID: 35111718; PMCID: PMC8801696.



**Anexos do artigo II:****1-**

Posteriormente, os arquivos de cada unidade federativa foram separados em pastas pelo ano para, depois, ser aplicado o código abaixo:

```
Sub Macro1()
```

```
,
```

```
Dim xFile As String
```

```
xFile = Dir("C:\Users\EBastos\Desktop\Trabalho Luiz\2020" & "\*.xls")
```

```
Do While xFile <> ""
```

```
Workbooks.Open "C:\Users\EBastos\Desktop\Trabalho Luiz\2020" & "\" & xFile
```

```
xFile = Dir
```

```
arquivo = ActiveWorkbook.Name
```

```
Selection.End(xlDown).Select
```

```
contador = ActiveCell.Row
```

```
Selection.End(xlUp).Select
```

```
Range("CJ1").Select
```

```
ActiveCell.FormulaR1C1 = "Nome do Arquivo"
```

```
For i = 2 To contador
```

```
Cells(i, 88).Value = ActiveWorkbook.Name
```

```
Next
```

```
Range(Selection, Selection.End(xlToLeft)).Select
```

```
Range(Selection, Selection.End(xlToRight)).Select
```

```
Range(Selection, Selection.End(xlDown)).Select
```

```
Selection.AutoFilter
```

```
Selection.AutoFilter Field:=46, Criteria1:="=i2*" _
```

```
, Operator:=xlFilterValues
```

```
Range("A1").Select
```

```
Range(Selection, Selection.End(xlToRight)).Select
```

```
Range(Selection, Selection.End(xlDown)).Select
```

```
Selection.Copy
```

```
ThisWorkbook.Activate
```

```
ActiveSheet.Select
```

```
Selection.PasteSpecial Paste:=xlPasteValues, Operation:=xlNone, SkipBlanks _
```

```
:=False, Transpose:=False
```

```
Dim xCell As Range
```

```
For Each xCell In ActiveSheet.Columns(1).Cells
```

```

If Len(xCell) = 0 Then
    xCell.Select
    Exit For
End If

Next

Application.DisplayAlerts = False

Workbooks(arquivo).Close

Application.DisplayAlerts = True

Loop

End Sub

```

Os dois primeiros trechos em amarelo devem ser preenchidos de acordo com o nome das pastas em que os arquivos das UFs correspondentes àquele ano específico foram salvos. O terceiro termo em amarelo corresponde à primeira célula da primeira coluna após os dados. O quarto termo em amarelo corresponde ao total de coluna com dados mais 1. O quinto termo em amarelo corresponde ao número da coluna onde se encontra a informação de causa base que precisará ser filtrada.

O código abre cada arquivo de UF daquele ano, filtra as causas básicas iniciadas por “I2”, copia todos os dados filtrados e cola em um arquivo consolidador. No final de todo o processo, o indivíduo fica com 15 arquivos. Um para cada ano, com apenas as causas básicas iniciadas por “I2” para todas as UF.

Após todo o processo é necessário realizar uma última limpeza nos dados. Para isso, foram selecionadas as linhas cujas causas básicas iam de I20.0 até I25.9 com exclusão de todas as restantes.

E, depois disso, foram excluídos os asteriscos das subcausas atreladas a causa básica. A remoção dos asteriscos é fundamental pois eles confundem as fórmulas do Excel e geram cálculos em duplicidade. Para excluir os asteriscos, você deve primeiro excluir para as 5

colunas como subcausas os asteriscos iniciais (primeira letra). Para isso, deve usar a fórmula: `IFERROR(RIGHT(CÉLULA;LEN(CÉLULA)-1;""))`, em que CÉLULA é a célula que se deseja limpar o primeiro asterisco. Depois deve-se usar a função substituir para substituir o termo asterisco por espaço. Importante notar que é preciso colocar um “~” antes do asterisco para que a substituição ocorra de forma correta. Com isso, os dados estarão corretos e prontos para a realização de fórmulas para início das análises de recorrências de causas e subcausas.

2-

Posteriormente, aos arquivos de cada unidade federativa que estavam separados em pastas por ano foram aplicados um segundo código, indicado abaixo, a fim de uma análise mais profunda das causas múltiplas.

Sub Macro1()

Dim xFile As String

xFile = Dir("C:\Users\EBastos\Desktop\Trabalho Luiz\2020" & "\\*.xls")

Do While xFile <> ""

Workbooks.Open "C:\Users\EBastos\Desktop\Trabalho Luiz\2020" & "\" & xFile

xFile = Dir

arquivo = ActiveWorkbook.Name

Selection.End(xlDown).Select

contador = ActiveCell.Row

Selection.End(xlUp).Select

Range("CJ1").Select

ActiveCell.FormulaR1C1 = "Nome do Arquivo"

For i = 2 To contador

Cells(i, 88).Value = ActiveWorkbook.Name

Next

Call Macro2

Range("A1").Select

Range(Selection, Selection.End(xlToRight)).Select

Range(Selection, Selection.End(xlDown)).Select

Selection.Copy

```

ThisWorkbook.Activate

ActiveSheet.Select

Selection.PasteSpecial Paste:=xlPasteValues, Operation:=xlNone, SkipBlanks _
:=False, Transpose:=False

Dim xCell As Range

For Each xCell In ActiveSheet.Columns(1).Cells

    If Len(xCell) = 0 Then

        xCell.Select

        Exit For

    End If

Next

Application.DisplayAlerts = False

Workbooks(arquivo).Close

Application.DisplayAlerts = True

Loop

End Sub

Sub Macro2()

    Selection.End(xlToRight).Select

    Range("CL2").Select

    ActiveCell.FormulaR1C1 = _

        "=IFERROR(IF(LEFT(RIGHT(RC[-49],LEN(RC[-49]))-1),2)=""I2"",1,0),""")"

```

```
Range("CL2").Select
Selection.Copy
Range("CL2:CP2").Select
ActiveSheet.Paste
Range("CL2").Select
Selection.End(xlToLeft).Select
Selection.End(xlDown).Select
ActiveCell.Offset(0, 2).Select
Range(Selection, Selection.End(xlUp)).Select
ActiveSheet.Paste
Columns("CL:CL").Select
Range("CL2").Activate
Application.CutCopyMode = False
Selection.Copy
Columns("CL:CP").Select
Range("CL2").Activate
ActiveSheet.Paste
Range("CL1").Select
Application.CutCopyMode = False
ActiveCell.FormulaR1C1 = "=RC[-49]"
Range("CL1").Select
Selection.Copy
Range("CL1:CP1").Select
```

ActiveSheet.Paste

ActiveWindow.SmallScroll ToRight:=4

Range("CR1").Select

Application.CutCopyMode = False

ActiveCell.FormulaR1C1 = "Resumo"

Range("CR2").Select

Application.CutCopyMode = False

ActiveCell.FormulaR1C1 = "=SUM(RC[-6]:RC[-2])"

Range("CR2").Select

Selection.Copy

Selection.End(xlToLeft).Select

Selection.End(xlDown).Select

ActiveCell.Offset(0, 2).Select

Range(Selection, Selection.End(xlUp)).Select

ActiveSheet.Paste

Columns("CR:CR").Select

Selection.AutoFilter Field:=1, Criteria1:="0"

Rows("2:2").Select

Range("CR2").Activate

Range(Selection, Selection.End(xlDown)).Select

Selection.Delete Shift:=xlUp

Range("CR1").Select

ActiveSheet.ShowAllData



Selection.AutoFilter

End Sub

Os dois primeiros trechos **em amarelo** devem ser preenchidos de acordo com o nome das pastas em que os arquivos das UF correspondentes àquele ano específico foram salvos. O terceiro termo **em amarelo** corresponde à primeira célula da primeira coluna após os dados. O quarto termo **em amarelo** corresponde ao total de coluna com dados mais 1.

Em seguida, o código aciona a Macro 2, e são excluídas todas as linhas que não contenham pelo menos uma das causas: LINHAA, LINHAB, LINHAC, LINHAD ou LINHAII, iniciadas em “I2”. Depois, manualmente, o processo é reproduzido aplicando-se a fórmula “INDEX(Sheet1!B:B;MATCH (AO2;Sheet1!B:B;0))”, em que “AO2” é o item da LINHAA e “Sheet1!B:B” é a relação de causas entre I20.1 e I25.9. A fórmula é reproduzida para as 5 causas e depois todas as linhas cujos 5 itens derem erro na fórmula são excluídas, eliminando-se assim todas as linhas que não possuem nenhuma das 5 causas entre I20.1 e I25.9.

Na Macro 2, foram marcados itens em amarelo que podem variar de acordo com o ano-base considerado. Por “CL”, entenda a terceira coluna após a base de dados original que é estendida por mais 4 colunas adicionais até a “CP”. “-49” indica quantas colunas é necessário regressar até a coluna da LINHAA. Por fim, coluna “CR” é a segunda coluna após as 5 novas criadas em função das causas LINHAA até LINHAII. Essa coluna tem como função facilitar a exclusão de todas as linhas cujas 5 causas não se iniciem em “I2”.

Depois disso, foram excluídos os asteriscos das subcausas atreladas à causa básica. A remoção dos asteriscos é fundamental, pois eles confundem as fórmulas do Excel e geram cálculos em duplicidade. Para excluir os asteriscos, você deve primeiro excluir **para as** 5 colunas como subcausas os asteriscos iniciais (primeira letra). Para isso, deve-se usar a fórmula: IFERROR(RIGHT(CÉLULA;LEN(CÉLULA)-1;”)), em que CÉLULA é a célula que se deseja limpar o primeiro asterisco. Com isso, os dados estarão corretos e prontos para realização de fórmulas para início das análises de recorrências de causas e subcausas.

### **Considerações finais**

O presente estudo reforça a importância das doenças do aparelho circulatório e das doenças isquêmicas do coração demonstrando sua alta mortalidade nas unidades federativas e regiões geográficas brasileiras.

Nesse contexto, nosso trabalho confirma a relação entre as DAC e DIC e os determinantes sociais, representados pelo Índice de Desenvolvimento Humano Municipal e pelo Índice de Vulnerabilidade Social, sugerindo que as UF menos desenvolvidas e mais desiguais apresentam maior mortalidade por essas doenças.

Além disso, ao realizar a análise dos óbitos por DIC pelo método por causas múltiplas, foi possível reforçar a importância das doenças associadas às DIC e às quais ela está relacionada, comparando suas diferenças entre os sexos e as regiões geográficas.

Assim, evidencia-se que investimentos em ferramentas de diagnóstico e tratamento dessas doenças e no desenvolvimento socioeconômico das comunidades podem reduzir o número de óbitos por DIC e DAC e, conseqüentemente, pelas doenças às quais se relacionam.

### **Perspectivas futuras**

As doenças do aparelho circulatório e as doenças isquêmicas do coração ainda contam com muitas questões a serem respondidas, mas a melhor compreensão das diferenças regionais das doenças associadas às doenças isquêmicas do coração e com as quais elas se associam, com possível uso de determinantes sociais nessa avaliação, nos parece a mais urgente.

## Anexos:

1- Artigo *Mortality from Diseases of the Circulatory System in Brazil and its Relationship with Social Determinants Focusing on Vulnerability: an ecological study* (“Mortalidade por Doenças do Aparelho Circulatório no Brasil e sua Relação com Determinantes Sociais Com Foco em Vulnerabilidade: estudo ecológico”) publicado na BMC Public Health, no dia 20 de outubro de 2022. <https://rdcu.be/c6DeD>.

Bastos et al. *BMC Public Health* (2022) 22:1947  
<https://doi.org/10.1186/s12889-022-14294-3>

BMC Public Health

### RESEARCH

### Open Access



# Mortality from diseases of the circulatory system in Brazil and its relationship with social determinants focusing on vulnerability: an ecological study

Luiz A. V. M. Bastos\*, Jose L. P. Bichara, Gabriela S. Nascimento, Paolo B. Villela and Glauca M. M. de Oliveira

## Abstract

**Background:** Deaths from diseases of the circulatory system and ischemic heart diseases are declining, but slowly in developing countries, emphasizing its probable relationship with determinants of social vulnerability.

**Objectives:** To analyze the temporal progression of mortality rates of diseases of the circulatory system and ischemic heart diseases from 1980 to 2019 and the association of the rates with the Municipal Human Development Index and Social Vulnerability Index in Brazil.

**Methods:** We estimated the crude and standardized mortality rates of diseases of the circulatory system and ischemic heart diseases and analyzed the relationship between the obtained data and the Municipal Human Development Index and Social Vulnerability Index. Data on deaths and population were obtained from the DATASUS. The Municipal Human Development Index and the Social Vulnerability Index of each federative unit were extracted from the websites *Atlas Brazil* and *Atlas of Social Vulnerability*, respectively.

**Results:** The age-standardized mortality rates of diseases of the circulatory system and ischemic heart diseases showed a downward trend nationwide, which was unequal across the federative units. There was an inversely proportional relationship between the standardized mortality rates of diseases of the circulatory system and ischemic heart diseases and the Municipal Human Development Index. The downward mortality trend was observed when the indices were greater than 0.70 and 0.75, respectively. The Social Vulnerability Index was directly proportional to the standardized mortality rates of diseases of the circulatory system and ischemic heart diseases. An upward mortality trend was observed with a Social Vulnerability Index greater than 0.35.

**Conclusions:** Social determinants represented by the Municipal Human Development Index and the Social Vulnerability Index were related to mortality from diseases of the circulatory system and ischemic heart diseases across the Brazilian federative units. The units with most development and least social inequalities had the lowest mortality from these causes. The most vulnerable die the most.

**Keywords:** Diseases of the circulatory system, Ischemic heart diseases, Social determinants, Municipal human development index, MHDI, Social vulnerability index, SVI

## Background

Diseases of the circulatory system (DCS) are the leading causes of death worldwide. According to data from the World Health Organization, DCS accounted for more

\*Correspondence: [luizantoniovmbastos@gmail.com](mailto:luizantoniovmbastos@gmail.com)  
 Federal University of Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brazil



© The Author(s) 2022. **Open Access** This article is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License, which permits use, sharing, adaptation, distribution and reproduction in any medium or format, as long as you give appropriate credit to the original author(s) and the source, provide a link to the Creative Commons licence, and indicate if changes were made. The images or other third party material in this article are included in the article's Creative Commons licence, unless indicated otherwise in a credit line to the material. If material is not included in the article's Creative Commons licence and your intended use is not permitted by statutory regulation or exceeds the permitted use, you will need to obtain permission directly from the copyright holder. To view a copy of this licence, visit <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>. The Creative Commons Public Domain Dedication waiver (<http://creativecommons.org/publicdomain/zero/1.0/>) applies to the data made available in this article, unless otherwise stated in a credit line to the data.

than 15 million deaths in 2019, representing 27% of the deaths worldwide, including more than 75% of those in developing countries [1, 2]. Among the DCS, ischemic heart diseases (IHD) accounted for most deaths, i.e., 8.9 million in 2019 [2]. In Brazil, DCS affected 13,702,303 people in 2017 and have been the leading cause of death since 1960. According to estimates from the Global Burden of Disease (GBD), DCS accounted for 388,268 deaths in Brazil in 2017, representing 27.3% of the total deaths in the country [3]. Most deaths, according to the 2017 GBD data, were due to IHD, which accounted for 175,791 (30%) of the deaths [3].

Despite the high prevalence of DCS and IHD, deaths from these diseases have been declining in several countries since the second half of the twentieth century. This phenomenon is explained by improvements in prevention and treatment measures, marked by decreased smoking, improved control of blood pressure and dyslipidemia, and developments in thrombolysis and revascularization [4]. However, a global analysis shows that these diseases decline more slowly in developing countries [5], probably due to socioeconomic factors. International studies have observed this probable association with socioeconomic factors through a comparative analysis between populations with different levels of education [6, 7], ethnicity [8], and income. Brazilian studies have reached similar conclusions comparing the different geographic regions of the country, which have their own inequalities [9–12], while considering socioeconomic factors [13–15].

One way to analyze the socioeconomic determinants and their relationship with mortality from DCS and IHD is using indicators. The Municipal Human Development Index (MHDI) is the most used, for example, a 2018 Brazilian study observed an inverse association between this index and DCS, hypertensive diseases, and cerebrovascular diseases between 2004 and 2013 [14]. The Social Vulnerability Index (SVI) addresses data related to social exclusion and vulnerability and is less known. SVI has been negatively associated with mortality from cerebrovascular disease in a 2021 Brazilian study, but studies associating vulnerability with DCS and IHD do not exist, what makes our work unique and innovative [15].

Thus, it is becoming increasingly necessary to address the influence of regional socioeconomic factors on public health and development of DCS and IHD, considering that the regional social and economic development is accompanied by improved quality of life and health in the population. Based on these considerations, the aim of this study was to analyze the temporal progression of mortality rates of DCS and IHD by sex, age group, federative unit, and geographical region in Brazil from 1980 to 2019, and the relationships between these rates with MHDI and SVI focusing on vulnerability.

## Methods

Ecological study of a time series of deaths due to DCS and IHD that occurred in Brazil between 1980 and 2019 across all age groups and in both sexes, categorized by federative unit and geographic region.

Data on the underlying causes of death were obtained from the Information System on Mortality (*Sistema de Informações sobre Mortalidade*, SIM) website maintained by the Information Technology Department of the Brazilian Unified Health System (*Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde*, DATASUS) of the Brazilian Ministry of Health [16]. The data were downloaded into a spreadsheet, and the original files (in CSV format) were converted into XLS format using Excel 2016 (Microsoft Corporation, Seattle, WA, USA) [17], which was also used for data analysis and construction of graphs and tables. The deaths were classified according to the following groups of causes: "Diseases of the Circulatory System" (ICD-9 Chapter 7 [18] and ICD-10 Chapter 9 [19]) and "ischemic heart diseases" (same group name, ICD-9 and ICD-10) [18, 19]. We used ICD-9 codes [18] for deaths occurring between 1980 and 1995 and ICD-10 codes [19] for those occurring between 1996 and 2019.

Information on the resident population was also obtained from the DATASUS website [16], which in turn considered census data from the Brazilian Institute of Geography and Statistics (*Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística*, IBGE) from 1980, 1991, 2000, and 2010, intercensal projections up to 2012, and population projections from 2013 onwards.

We used the direct method to estimate the crude and standardized gross annual mortality rates of DCS and IHD and their rates across sex, age group, and federative unit per 100,000 inhabitants. The age structure of the Brazilian population in the year 2000 was used as the standard.

The MHDI of each federative unit, obtained from the website *Atlas Brasil* [20], derives from the Human Development Index (HDI), and is adapted to municipal and state levels. The MHDI takes into account progress on the basic dimensions of health, education, and income, assessing wealth, literacy, life expectancy, and birth rates. This index ranges from 0 to 1, with numbers closer to 1, indicating greater human development [21].

The SVI is complementary to the MHDI and allows for a unique mapping of exclusion and social vulnerability in the 5565 Brazilian municipalities. The SVI, which synthesizes data on urban infrastructure, human capital, and income/labor, evaluated from sixteen sub-indicators with different weights, indicates the access, absence, or insufficiency of some "assets" in areas of the Brazilian territory, which should, in principle, be available to every citizen [22]. The SVI deals with social discrimination and

exclusion and varies from 0 to 1, where 0 is the ideal or perfect situation, and one is the worst. The higher the index, the greater the social vulnerability, therefore, values between 0 and 0.2 represent very low social vulnerability; 0.201 and 0.3: low; 0.301 and 0.4: average; 0.401 and 0.5: high and 0.501 and 1: very high. The SVI of each federative unit was extracted from the website Atlas of Social Vulnerability and is built from indicators from the Atlas of Human Development [23].

We evaluated the relationship between the MHDl categorized by federative unit and the standardized mortality rates from DCS and IHD. First, we analyzed the relationship between the 1991, 2000, and 2010 MHDl and the standardized mortality rate for 2019 based on previous studies with a time lag of approximately 10 years [13]. Then, we evaluated the relationship between the 1991, 2000, and 2010 MHDl and the variation in the standardized mortality rates between 1980 and 2019. Finally, we analyzed the relationship between the MHDl variation between 1991 and 2010 and the variation in the standardized mortality rates between 1980 and 2019.

We also analyzed the relationship between the SVI and the mortality rates of DCS and IHD. We started by evaluating the relationship between the 2000 and 2010 SVI and the standardized mortality rate for the year 2019 based on a time lag of study with MHDl [13] in the absence of SVI studies and, after that, between the 2000 and 2010 SVI and the variation in mortality between 1980 and 2019. Finally, we analyzed the relationship between the SVI variation from 1991 to 2010 and the variation in mortality rates between 1980 and 2019.

For data analysis and construction of tables and graphs, we also used Excel 2016 [17].

## Results

A total of 10,836,004 deaths from DCS and 3,264,828 from IHD were recorded in Brazil between 1980 and 2019. Regarding IHD deaths across the country's geographic regions, 1,781,663 (54.6%) occurred in the Southeast, followed by 607,277 (18.6%) in the Northeast, 604,479 (18.5%) in the South, 165,879 (5.1%) in the Midwest, and 105,530 (3.2%) in the North.

The age-standardized mortality rates of DCS and IHD in both sexes showed a downward trend nationwide during the period, from 233.26 to 111.58 per 100,000 inhabitants for DCS and 65.15 to 36.16 per 100,000 inhabitants for IHD, a decrease of about 52.1 and 44.5%, respectively.

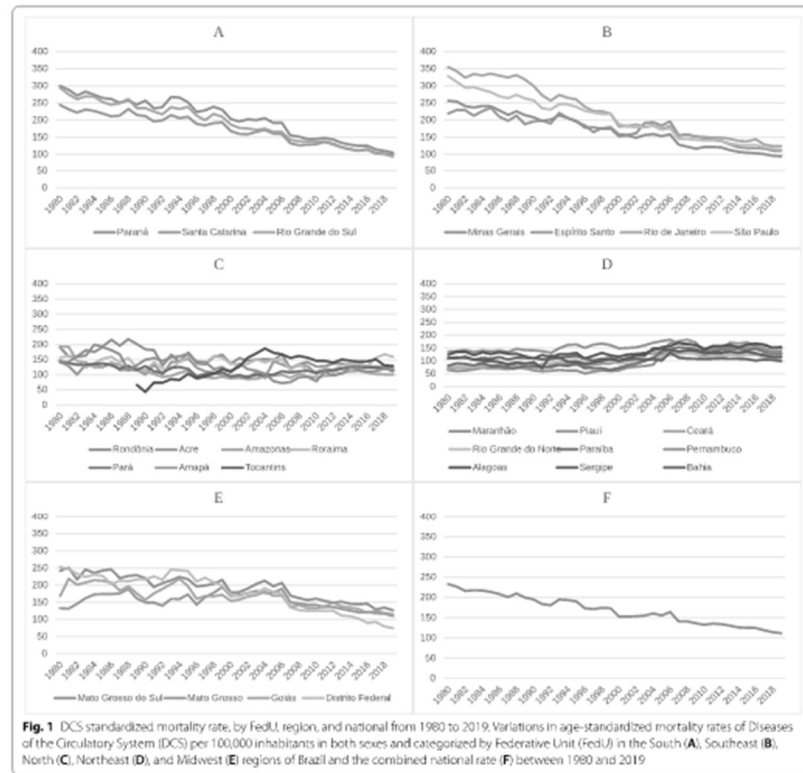
This trend was not uniform across all geographic regions. The South and Southeast regions showed a relevant decrease in age-standardized mortality rates of DCS and IHD. However, the North and the Midwest showed stable rates, while the Northeast showed an upward trend. This analysis is shown in the Figures below, which

represent the variation in age-standardized mortality rates per 100,000 inhabitants in both sexes, by federative unit, divided across the five geographic regions, as well as combined data from the national territory for DCS (Fig. 1) and IHD (Fig. 2).

Figure 3 shows the relationship between the standardized mortality rate of DCS and IHD and the MHDl. Figure 3A and B show an inversely proportional relationship between the MHDl of the federative units in 2010 and the standardized mortality rate of DCS and IHD in the year 2019, indicating that the higher the number of deaths, the lower the MHDl of the federative unit. As indicated in Fig. 3C and D, the lower the MHDl of the federative unit in 2010, the greater the increase in standardized mortality rates of DCS and IHD. There was a downward trend when the indices were greater than 0.70 and 0.75, respectively, while the relationship with the MHDl was maintained, with the greatest reduction observed in the federative units with the highest index. Figure 3E and F show the relationship between the variation in the standardized mortality rates of DCS and IHD between 1980 and 2019 and the percentage MHDl variation between 1991 and 2010. Notably, the federative units with the least MHDl variation in the period showed decreasing mortality, indicating that a high absolute MHDl is probably more important than a progressive improvement in this index. The Pearson correlation coefficient of the MHDl with DCS and IHD was 0.89 and 0.84, respectively.

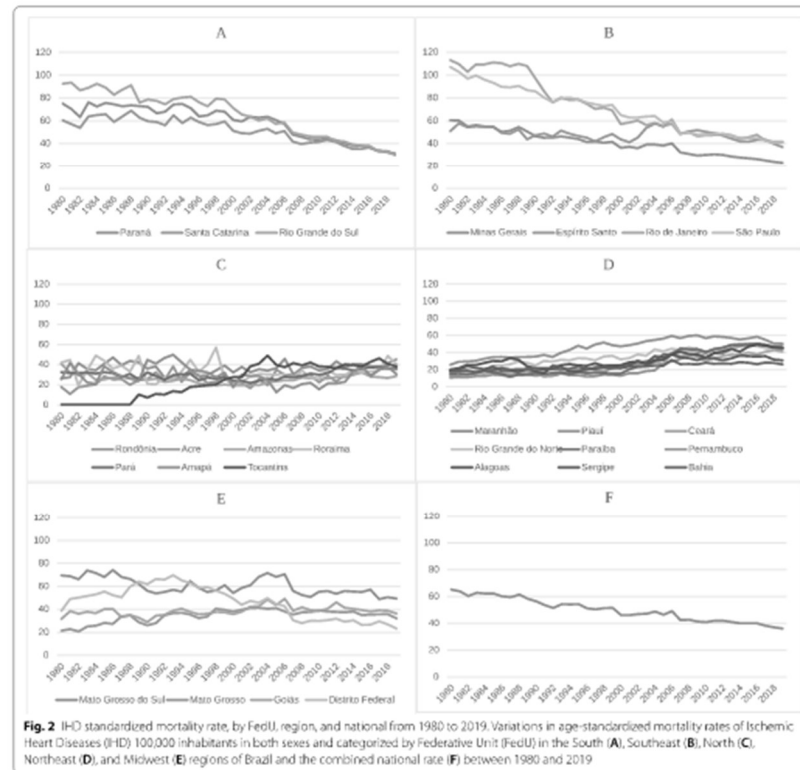
Figure 4 shows the relationship between the standardized mortality rate of DCS and IHD and the MHDl for the previous years 1991 and 2000. Figures 4A1/A2 and 4B1/B2 show an inversely proportional relationship between the MHDl of the federative units in 1991 and 2000 and the standardized mortality rate of DCS and IHD in the year 2019, indicating that the higher the number of deaths, the lower the MHDl of the federative unit as had already been seen in relation to the year 2010. As indicated in Figures 4C1/C2 and 4D1/D2, the lower the MHDl of the federative unit for the previous years 1991 and 2000, the greater the increase in standardized mortality rates of DCS and IHD. There was a downward trend when the indices were greater than 0.70 and 0.75, respectively, while the relationship with the MHDl was maintained, with the greatest reduction observed in the federative units with the highest index as had already been seen in relation to the year 2010.

Figure 5 shows the relationship between the SVI and the standardized mortality rates of DCS and IHD. Figure 5A and B show a directly proportional relationship between the SVI of the federative units in 2010 and the standardized mortality rate of DCS and IHD in the year 2019. As indicated, the lower the SVI, the lower the



mortality rate. As shown in Fig. 5C and D, the higher the federative unit SVI in 2010, the greater the increase in the standardized mortality rate of DCS and IHD between 1980 and 2019. There was an upward trend when the index was greater than 0.35 while maintaining the directly proportional relationship with the SVI, with a greater reduction in the federative units with the lowest indices, particularly when the index was below 0.35. Figure 5E and F show the relationship between the variation in the standardized mortality rates of DCS and IHD between 1980 and 2019 and the variation in the SVI between 2000 and 2010. Notably, the federative

units with the least SVI variation in the period showed decreasing mortality, indicating that a good absolute SVI is probably more important than a progressive improvement of this index, as observed with the MHDl. The Pearson correlation coefficient of the SVI with DCS and IHD was 0.49 and 0.53, respectively. Figure 6 shows the relationship between the SVI and the standardized mortality rates of DCS and IHD. Figure 6A and B show a directly proportional relationship between the SVI of the federative units in 2000 and the standardized mortality rate of DCS and IHD in the year



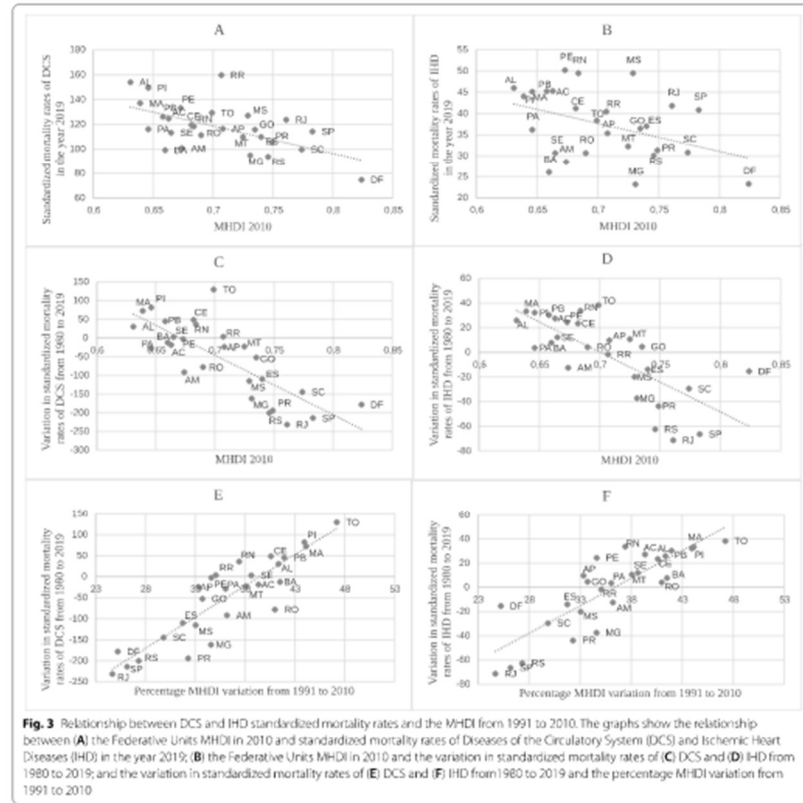
2019. As indicated, the lower the SVI, the lower the mortality rate as had already been seen in relation to the year 2010. As shown in Fig. 6C and D, the higher the federative unit SVI in 2000, the greater the increase in the standardized mortality rate of DCS and IHD between 1980 and 2019. There was an upward trend when the index was greater than 0.35 while maintaining the directly proportional relationship with the SVI, with a greater reduction in the federative units with the lowest indices, particularly when the index was below

0.35 as had already been seen in relation to the year 2010.

#### Discussion

The present study showed an inverse relationship between the MHDi and the standardized mortality rates of DCS and IHD of the Brazilian Federal Units, so the highest MHDi showed the more pronounced degrees in mortality rates. In addition to a direct relationship with the SVI, because the lower the SVI, the greater the drop in mortality. Importantly, improvements in indicators do



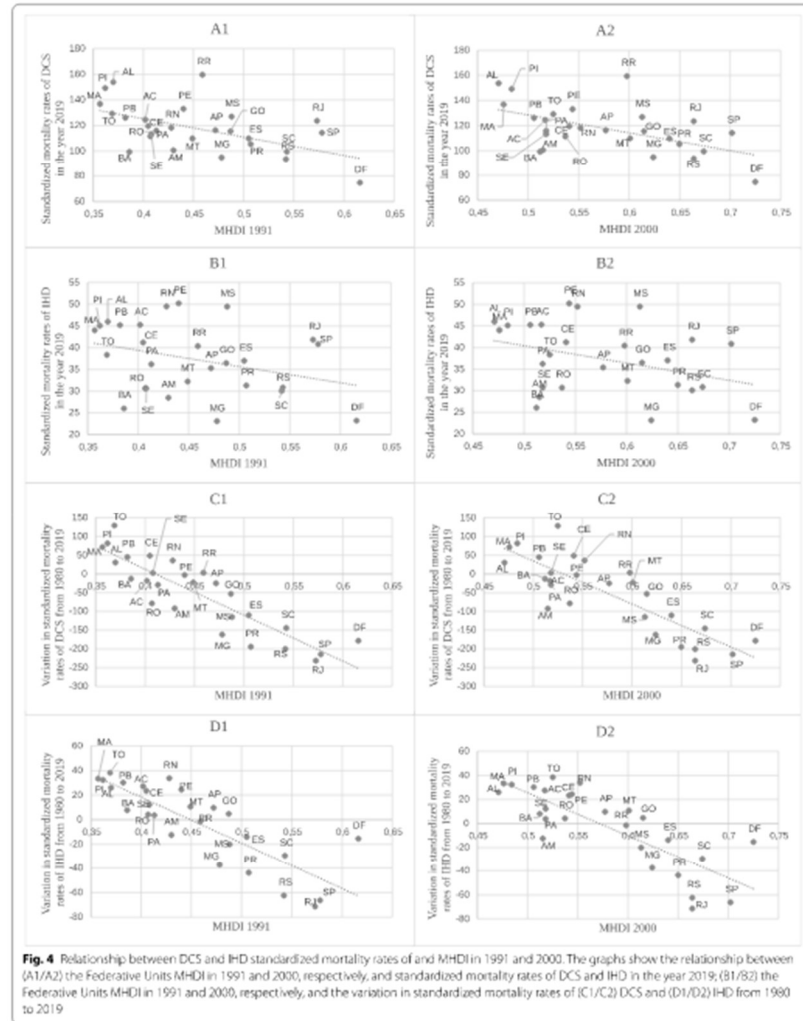


not necessarily reflect improvements in mortality rates unless absolute values of 0,7 (MHDIs) or 0,35 (SVI) had been reached, as noted in Figs. 3 and 5.

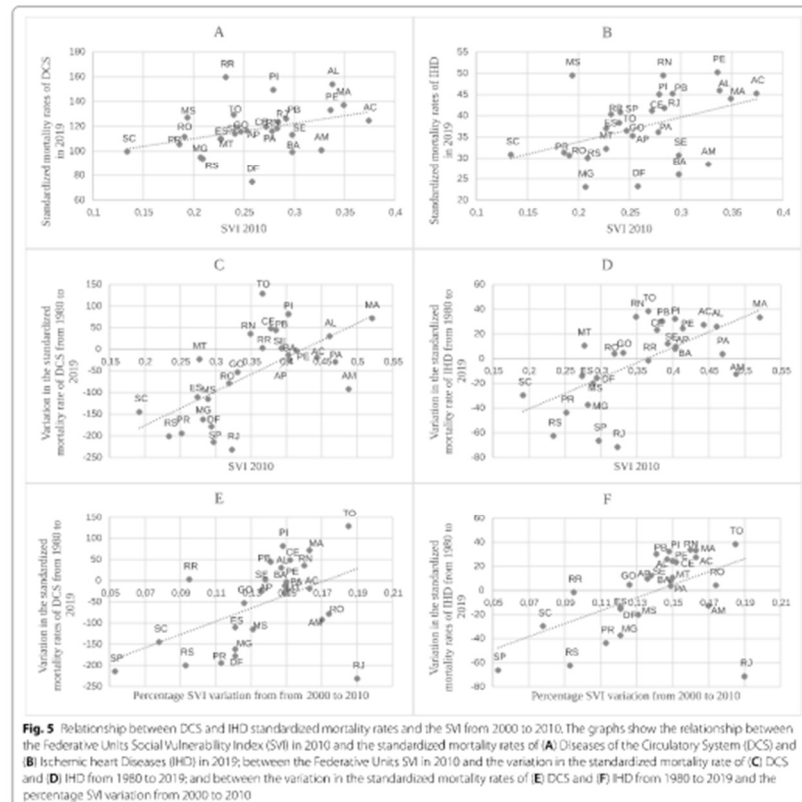
In cases of TO, MA, AC and AM for example, despite most significant improvements in MHDIs (Fig. 3) and SVI (Fig. 5) between 2000 and 2010, mortality rates also reached worse values. In contrast, in RJ, DE, SC and SP, which showed less variations in indicators in the same period and reached minimum values of 0,7 for MHDIs or 0,35 for SVI, had best improvements in mortality rates,

reinforcing that absolute value of the index has probably more impact in mortality reduction than its variation along the time.

Moreover, we observed a high prevalence of DCS and IHD, with 10,836,004 deaths from DCS and 3,264,828 deaths from IHD in Brazil between 1980 and 2019, and a downward trend in mortality rates of DCS and IHD over the period. However, this decrease was uneven across the country's federative units and geographic regions. It was more prominent in the South and Southeast regions,



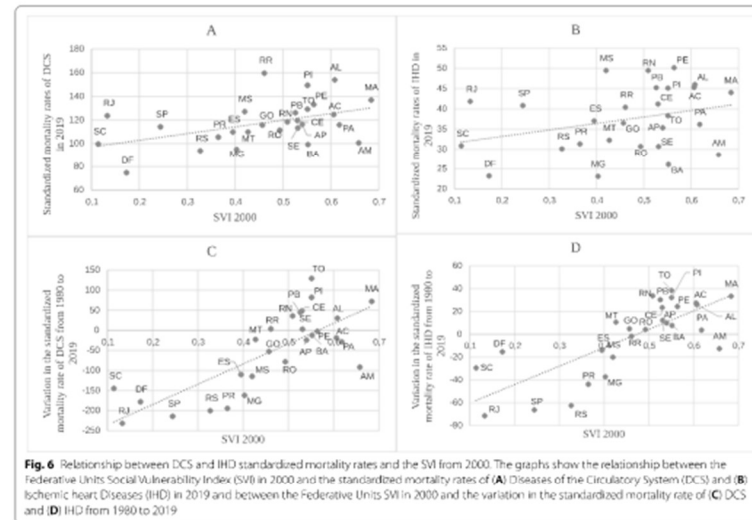
**Fig. 4** Relationship between DCS and IHD standardized mortality rates and MHDI in 1991 and 2000. The graphs show the relationship between (A1/A2) the Federative Units MHDI in 1991 and 2000, respectively, and standardized mortality rates of DCS and IHD in the year 2019; (B1/B2) the Federative Units MHDI in 1991 and 2000, respectively, and the variation in standardized mortality rates of (C1/C2) DCS and (D1/D2) IHD from 1980 to 2019



which have more excellent socio-economic development, and the Northeast region. At the same time, the rates remained stable in the North and Midwest regions, with the last three areas being the poorest and most vulnerable in the country. A previous study with data from the GBD 2015 had already observed this trend of more pronounced reduction in mortality from cardiovascular diseases in the South and Southeast regions, which concentrate the most significant financial gain in the country, compared to the North, Northeast, and Midwest regions

which have the highest vulnerability and social inequality [10].

This observation is consistent with reports from previous studies, including those pointing out an uneven decrease in the number of deaths from DCS between 1990 and 2015 across the country's geographic regions, more pronounced in states in the South and Southeast regions and less pronounced in the North and Northeast regions [10–12]. However, these studies did not evaluate the relationship between the differences in mortality



trends and social determinants while only reporting the decreasing mortality as less prominent in regions with greater development. Other studies went further, correlating socioeconomic factors – such as education level and income – with hypertension rates and reporting an inverse correlation between both. The likely justification for this observation is that the higher the education level of an individual, the better is his or her understanding of health information and recommendations, with consequent greater adherence to treatment in terms of use of medications, changes in lifestyle and eating habits, and prevention of risk factors [24–26]. Conversely, a low income also influences treatment adherence, as it interferes with optimal access to medications, healthy diet, and physical activity [25].

A study evaluating the association between mortality from DCS in municipalities of the state of Rio de Janeiro from 1979 to 2010 and the Gross Domestic Product (GDP) per capita obtained from the Institute of Applied Economic Research (*Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada*, IPEA) showed a decrease in mortality from DCS associated with a GDP increase with

a time lag of more than 10 years [13]. In 2018, another study evaluating the association of DCS, hypertensive diseases, and cerebrovascular diseases with the HDI between the years 2004 and 2013 showed a significant inverse association between socioeconomic factors and mortality from these diseases [14].

Our study went even further by carrying out this analysis over a longer period – from 1980 to 2019 – and comparing socioeconomic factors with DCS and IHD mortality rates focusing on vulnerability. To accomplish this, we used two different social determinants in our analysis. The first was the MHD, which is more commonly used and previously applied in other studies incorporating assessments of health, education, and income with an interval between the index and the result of more than 10 years. The second was the SVI, which is a lesser-known and makes our analysis unique when applying this index that has not been used in previous studies on DCS and IHD mortality rates, expanding analysis to vulnerability. Given the absence of studies with this indicator, there is no data in the literature on the time required between the change in the index and its influence in DCS and IHD.

Naturally, we must keep in mind the genetic influences associated with the development of DCS and IHD, in addition to lifestyle habits associated with risk factors such as a diet rich in salt and fat, obesity, sedentary lifestyle, alcohol consumption, and smoking. The initial step toward improving the high incidence rates of cardiovascular disease in Brazil is to invest in human development across different regions of the country and reduce social vulnerability to allow for the fulfillment of the constitutional rights of each citizen, including, for example, access to education and awareness of the possible causes of the diseases addressed in this study, access to food appropriate to the individual's nutritional requirements, quality housing and health, as well as access to medications, prophylactic methods, and adequate medical treatments.

In short, in view of the relationship observed in this study between the HDI and the frequency of DCS and IHD in the population, it is important to emphasize the importance of government investment in the social and economic development of the country's microregions and the nation as a whole as a way of maintaining public health.

Limitations of this study include its observational design, which does not allow for a causality conclusion but raises hypotheses and awareness that can help implement necessary political, social, and administrative measures. The presented data demonstrate that improved mortality results from DCS accompany the progression of the social development indices analyzed in the study. Another relevant limitation of this study is that the information was retrieved from a database, with possible biases generated by data entry errors like deaths attributed to ill-defined causes, underreporting, and garbage codes [27]. This is aggravated by the fact that regions such as the North and Northeast of the country always had more garbage codes and underreporting with a later and significant improvement in the quality of this data collection [27]. Finally, another limitation is the possibility of an ecological bias as mortality is assessed at an individual level, but social determinants are being measured at the group level; but is an issue inherent to the theme because, when you are analyzing social determinants, you work on the community spectrum. This is even clearer when we think of vulnerability as this indicator, which deals with the failure of a given community to meet basic needs, with no individual data available on this theme. Another limitation is that the time required for a change in the MHD or SVI to influence mortality from DCS or IHD is not yet fully established, especially when it comes to IVS, due to a lack of studies in the area.

Future perspectives: Our work reaches its object when evaluating the relationship between

socioeconomic factors, focusing on social vulnerability and mortality due to DCS and IHD. However, other factors influence mortality, such as the health system, risk factors beyond the death registry system itself, which can be affected by the diagnostic method, diagnostic criteria, or even the choice of the technique for a fundamental cause that underestimates the influence of chronic diseases on the final result. Future studies evaluating multiple causes or comparing the technological distribution of diagnostic material with vulnerability will be necessary to clarify the theme better [28, 29].

## Conclusions

This study shows a national downward trend in mortality from DCS and IHD across the federative units of Brazil. However, the trend was unequal across the geographic regions, probably due to differences in social determinants, represented by the MHD and the SVI. The regions with the most development and least social inequalities presented the lowest mortality from these causes. The most vulnerable die the most.

## Abbreviations

DATASUS: Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde; DCS: Diseases of the circulatory system; GDP: Gross Domestic Product; GRD: Global Burden of Disease; IBGE: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística; IHD: Ischemic heart diseases; IPEA: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada; MHD: Municipal Human Development Index; SVI: Social Vulnerability Index.

## Supplementary Information

The online version contains supplementary material available at <https://doi.org/10.1186/s12889-022-14294-3>.

### Additional file 1.

## Acknowledgements

Not applicable.

## Authors' contributions

LAMVB collected the data, performed the analysis and was a major contributor in writing the manuscript. The other authors did also the analysis of the data and contribute to the writing of the manuscript. All authors read and approved the final manuscript.

## Author's information

Luiz Antonio Megas de Miranda Bastos: Mastering at Federal University of Rio de Janeiro, José Lucas Pezes Bichara: Mastering at Federal University of Rio de Janeiro, Gabriela da Silva Nascimento: Student of the Scientific Initiation Program at the Federal University of Rio de Janeiro, Paolo Bianco Villela: MD, MSc, PhD, FESC and Professor by the Federal University of Rio de Janeiro, Gláucia Maria Moraes de Oliveira: MD, MSc, PhD, FACC, FESC and Professor by the Federal University of Rio de Janeiro.

## Funding

None.

## Availability of data and materials

All data generated or analysed during this study are included in this published article [and its supplementary information files].

## Declarations

### Ethics approval and consent to participate

Not applicable. The present work involves data in the public domain, with unrestricted access through the database website that did not contain confidential information. No experiment was performed on humans and there was no use of human tissue samples. All methods were carried out in accordance with relevant guidelines and regulations. It belongs to a larger project with ethics and research committee (ERC) – n° 783/09. Informed consent was not necessary for the reasons mentioned above.

### Consent for publication

Not applicable.

### Competing interests

The authors declare that they have no competing interests.

Received: 8 April 2022 Accepted: 26 September 2022

Published online: 20 October 2022

## References

- World Health Organization - WHO. Newsroom. Fact Sheets. Detail. Cardiovascular Disease. 2021. Available at: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/cardiovascular-diseases-cvds>. Accessed 6 April 2022.
- World Health Organization - WHO. The top 10 causes of death. 2020. Available at: (who.int). Accessed 6 April 2022.
- GMM O, LCC B, Polanczyk CA, Biolo A, Nascimento BR, Malta DC, et al. Cardiovascular Statistics – Brazil 2020. Sociedade Brasileira de Cardiologia. 2020;115(3):308–439. <https://doi.org/10.36660/abc.20200812>.
- Mensah GA, Wei GS, Sorlie PD, Fine LJ, Rosenberg Y, Kaufmann PG, et al. Decline in cardiovascular mortality: possible causes and implications. *Circ Res*. 2017;120(2):366–80. <https://doi.org/10.1161/CIRCRESAHA.116.309115> (nih.gov).
- MORAN AE, Foruzanfar MH, Roth GA, Mensah GA, Ezzati M, Murray CJL, et al. Temporal trends in ischemic heart disease mortality in 21 World regions, 1980 to 2010: the global burden of disease 2010 study. *Circulation*. 2014;129(14):1483–92. <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.113.004042>.
- Holme I, Helgeland A, Hjermann I, Leren P, Lund-Larsen PG. Coronary risk factors and socioeconomic status – the Oslo study. *Lancet*. 1977;9(712):1380–2 PMID: 910236.
- Abbasi SH, De Leon AP, Kassim SE, Karimi A, Sundin O, Jilal A, et al. Socio-economic status and in-hospital mortality of acute coronary syndrome: can education and occupation serve as preventive measures? *Int J Prev Med*. 2015;6(36). <https://doi.org/10.4103/2008-7802.156266> eCollection 2015.
- Nadruz W Jr, Claeggett B, Heng In M, Shah AM, Skali H, Rosamond WD, et al. Widening racial differences in risks for coronary heart disease. *Circulation*. 2018;137(11):95–7. <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.117.030564>.
- Astrom DO, Sundquist J, Sundquist K. Differences in declining mortality rates due to coronary heart disease by neighborhood deprivation. *J Epidemiol Community Health*. 2018;72(4):314–8. <https://doi.org/10.1136/jech-2017-210105>.
- LCC B, Nascimento BR, VMA P, Duncan BB, LJM B, Malta DC, et al. Variations and particularities in cardiovascular disease mortality in Brazil and Brazilian states in 1990 and 2015: estimates from the global burden of disease. *Rev Bras Epidemiol*. 2017;20(Suppl 01):116–28. <https://doi.org/10.1590/S1980-547201700050010> (pubmed.nih.gov).
- Mansur AP, Favarato D. Mortality due to cardiovascular diseases in women and men in the five Brazilian regions, 1980–2012. *Arq Bras Cardiol*. 2016;107(2):137–46. <https://doi.org/10.5935/abc.201610102>.
- Baena CP, Chowdhury R, SCHO NA, Sabibag AE Jr, Guarita-Souza LC, Olan-doski M, et al. Ischaemic heart disease deaths in Brazil: current trends, regional disparities and future projections. *Heart*. 2013;99(18):1359–64. <https://doi.org/10.1136/heartjnl-2013-303617>.
- Soares GR, Klein CH, Silve NAS, Oliveira GMM. Evolution of mortality from diseases of the circulatory system and of gross domestic product per capita in the Rio de Janeiro state municipalities. *Int J Cardiovasc Sci*. 2018;31(2):123–32. <https://doi.org/10.5935/2359-4802.20180003> (jscs.cardiol.org).
- Vilela PB, Klein CH, GMM O. Socioeconomic factors and mortality due to cerebrovascular and hypertensive disease in Brazil. *Rev Port Cardiol (Engl Ed)*. 2019;38(3):205–12. <https://doi.org/10.1016/j.rpc.2018.07.007>.
- CDF S, Oliveira DJ, Silva LF, Santos CD, Pereira MC, JPS P, et al. Cerebrovascular disease mortality trend in Brazil (1996 to 2015) and association with human development index and social vulnerability. *Arq Bras Cardiol*. 2021;116(1):89–99. <https://doi.org/10.36660/abc.20190532> (pubmed.nih.gov).
- Brazil. Ministry of Health. Executive Secretariat. Datasus. Health Information: Vital statistics. Available at: <http://siab.datasus.gov.br/DATASUS/index.php?area=0205>. Accessed in 6 April 2022.
- Microsoft Excel. Microsoft corporation. Version, vol. 16, 2020. p. 39.
- World Health Organization (WHO). Manual of the International classification of diseases, injuries and causes of death, 9th. rev. São Paulo; 1978. Available at: Manual of the international statistical classification of diseases, injuries, and causes of death - based on the recommendations of the ninth revision conference, 1975, and adopted by the Twenty-ninth World Health Assembly (who.int). Accessed 6 April 2022.
- World Health Organization (WHO). International statistical classification of diseases and related health problems: international classification of diseases, 10th rev. São Paulo: EDUSP; 1995. Available at: ICD-10: International statistical classification of diseases and related health problems: tenth revision (who.int). Accessed 6 April 2022.
- Atlas of Human Development in Brazil. Available at: <https://www.atlasbrasil.org.br/>. Accessed 6 April 2022.
- Institute of Applied Economic Research. Available at: O que é IDH? (pea.gov.br). Accessed 6 April 2022.
- Economic observatory do Contagem. Institute of Applied Economic Research. Available at: <http://www.contagem.mg.gov.br/observatorio/>. Accessed 6 April 2022.
- Institute of Applied Economic Research. Available at: [https://ipea.gov.br/portal/index.php?option=com\\_content&id=26073:pea-mapeia-vulnerabilidade-social-nos-municípios-brasileiros&direction=1&~:text=O%20Atlas%20da%20Vulnerabilidade%20Social%20nos%20Munic%C3%AADpios%20brasileiros,orienta%C3%A7%C3%A3o%20de%20gestores%20p%C3%AABlicos%20municipais%2C%20estaduais%20e%20federais](https://ipea.gov.br/portal/index.php?option=com_content&id=26073:pea-mapeia-vulnerabilidade-social-nos-municípios-brasileiros&direction=1&~:text=O%20Atlas%20da%20Vulnerabilidade%20Social%20nos%20Munic%C3%AADpios%20brasileiros,orienta%C3%A7%C3%A3o%20de%20gestores%20p%C3%AABlicos%20municipais%2C%20estaduais%20e%20federais.). Accessed in 6 April 2022.
- Pessuto J, de Carvalho EC. Risk factors to patients with arterial hypertension (scielo.br). *Rev Latino-Am Enfermagem*. 1998;6(1). <https://doi.org/10.1590/S0104-1169199800100006>.
- Prez CCS, Mussi FC. Health beliefs for the control of arterial hypertension (scielo.br). *Ciênc saúde coletiva*. 2008;13(suppl 2). <https://doi.org/10.1590/S1413-81232008000900030>.
- da Costa JSD, Barcelos FC, Selowitz ML, IKT S, Castanheira M, MIA O, et al. Hypertension prevalence and its associated risk factors in adults: a population-based study in Pelotas. *Arq Bras Cardiol*. 2007;88(1). <https://doi.org/10.1590/S0066-782X2007000100010>.
- FERRERA LCM, Nogueira MC, Carvalho MS, Teixeira MTB. Mortality due to acute myocardial infarction in Brazil from 1996 to 2016: 21 years of disparities in Brazilian regions - ABC Cardiol. *Arq Bras Cardiol*. 2020;115(5):849–59. <https://doi.org/10.36660/abc.20190438>.
- Piffaretti C, Moteno-Betancur M, Lamarque-Vedel A, Rey G. Quantifying cause-related mortality by weighting multiple causes of death. *Bull World Health Organ*. 2016;94(12):870–9. <https://doi.org/10.2471/BLT.16.172189>.
- Timonen S, Shadrinoy VM, Andreev E, Magnus P, Leon DA. Evidence of large systematic differences between countries in assigning ischaemic heart disease deaths to myocardial infarction: the contrasting examples of Russia and Norway. *Int J Epidemiol*. 2022;51(6):2082–90. <https://doi.org/10.1093/ije/dyab188>.

## Publisher's Note

Springer Nature remains neutral with regard to jurisdictional claims in published maps and institutional affiliations.

2- Participação no Congresso Europeu de Cardiologia de 2021, concorrendo a prêmio de jovem pesquisador, com *e-poster* com título: *Social determinants and mortality from cardiovascular disease in brazil*

The image shows a screenshot of a web page from ESC 365. At the top left, there is a heart icon and the text 'ESC 365'. To the right, there are navigation links: 'Home', 'Search', 'Events', and 'About'. Further right are buttons for 'Create an account' and 'Sign in'. Below the navigation, there is a '← Back' link. The main content area is titled 'ESC PREMIUM ACCESS' and features a heart icon. The title of the e-poster is 'Social determinants and mortality from cardiovascular disease in brazil'. Below the title, there are details: 'Session: Cardiovascular Disease in Special Populations ePosters', 'Event: ESC Congress 2021 - The Digital Experience', 'Topic: Cardiovascular Disease in Primary Care', and 'Speaker: Doctor L. Bastos (Rio de Janeiro, BR)'. A 'CONGRESS SESSION' tag is present. At the bottom, there are tabs for 'Abstract' (which is selected) and 'Slides'. On the right side of the content area, there are social media icons for Facebook and Twitter.

3- Participação no Congresso Brasileiro de Cardiologia de 2021 com apresentação de tema livre oral, concorrendo a prêmio entre os jovens pesquisadores com título *Determinante social e mortalidade por doença isquêmica do coração no Brasil.*

**19/11/2021 – 16h10 às 17h40 – Sala 02**  
**Concurso Melhor Tema Livre Oral Jovem Pesquisador – SBC 2021**

<p style="text-align: center;"><b>006</b></p> <p><b>O TRATAMENTO COM PARACETAMOL PREJUDICA A CONTRAÇÃO VASCULAR AO LIMITAR O INFLUXO DE CA<sup>2+</sup></b></p> <p>Mikaelle Costa Correia<sup>1</sup>, Eder Soares de Almeida Santos<sup>1</sup>, Bruno Junior Neves<sup>1</sup>, Matheus Lavorenti Rocha<sup>1</sup></p> <p>(1) Universidade Federal de Goiás UFG</p> <p>O Paracetamol (PAR) é o analgésico e antitérmico mais consumido no mundo. Entretanto, em doses contínuas ou elevadas podem causar sérias lesões, principalmente no fígado e rins. Estudos recentes mostram importantes disfunções cardiovasculares após o uso de PAR, mas o mecanismo por trás desse efeito ainda é pouco explorado. Conhecer o papel deste fármaco frente a mecanismos de relaxamento e contração se faz necessário uma vez que intervêm diretamente no diâmetro do vaso e, consequentemente na pressão arterial. Este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito agudo do PAR sobre o tônus vascular e o possível bloqueio de canais de Ca<sup>2+</sup> pelo seu principal metabólito (NAPCI) por modelagem molecular. Ratos foram tratados com PAR (550 mg/kg/dose única) oralmente por gavagem. Após 12 h, a artéria aórtica foi isolada para estudos de reatividade vascular em banho de órgãos isolados. A contração vascular máxima induzida por fenilefrina foi reduzida no grupo tratado com PAR (143,4 ± 14,6%) em relação ao controle (169,2 ± 24,6%). O mesmo foi observado para contração induzida por KCl 75 mM (1,3 ± 0,3 g vs. 1,9 ± 0,5 g). O tratamento com PAR significativamente reduziu a contração induzida por influxo de Ca<sup>2+</sup> estimulado com fenilefrina ou KCl, o também reduziu a contração mediada pela liberação de Ca<sup>2+</sup> do retículo sarcoplasmático induzida com cafeína. O docking molecular computacional demonstrou que o NAPCI é capaz de bloquear o canal de Ca<sup>2+</sup> do tipo L (Cav1.2), o que limitaria o influxo de Ca<sup>2+</sup>. Estes resultados sugerem que o tratamento com PAR provoca um efeito anticontrátil em artérias possivelmente por bloqueio o influxo de Ca<sup>2+</sup> através do canal tipo L (Cav1.2) e evidência a necessidade de mais estudos para explorar a importância clínica desta descoberta.</p>	<p style="text-align: center;"><b>007</b></p> <p><b>CONSUMO DE LATICÍNIOS E RISCO DE MORTE POR DOENÇAS CARDIOVASCULARES EM OITO ANOS DE SEGUIMENTO: RESULTADOS DO ESTUDO LONGITUDINAL DE SAÚDE DO ADULTO (ELSA-BRASIL)</b></p> <p>Fernanda Marcelina Silva<sup>1</sup>, Luana Gatti Gonçalves<sup>1</sup>, Luisa Campos Caldeira Brant<sup>1</sup>, Maria de Fatima Hauelsen Sander Diniz<sup>1</sup>, Sandhi Maria Barreto<sup>1</sup></p> <p>(1) Universidade Federal de Minas Gerais, UFMG</p> <p><b>Introdução:</b> Estudos sugerem que o consumo de laticínios está associado a um efeito benéfico para a saúde cardiovascular, mas os resultados são inconsistentes. <b>Objetivos:</b> Investigar se o maior consumo de laticínios totais e seus subgrupos estava associado ao menor risco de morte por doenças cardiovasculares (DCV) em adultos brasileiros, após 8 anos de seguimento. <b>Métodos:</b> Estudo com 6671 participantes da linha de base (2008-2010) do Estudo Longitudinal de Saúde do Adulto (ELSA-Brasil) livres de DCV no início do estudo. O consumo em gramas/dia (g/d) de laticínios totais e seus subgrupos (laticínios com alto e com baixo teor de gordura, fermentados e leite) foi estimado por meio do questionário de frequência alimentar e categorizado em quartis sexo-específicos. As variáveis de ajuste foram obtidas na linha de base e incluíram: sexo, idade, escolaridade, atividade física, tabagismo, consumo excessivo de álcool, consumo de frutas e hortaliças, índice de massa corporal e relato de diagnóstico médico de diabetes, hipertensão e hipercolesterolemia. A associação entre consumo de laticínios totais e seus subgrupos e o tempo até o óbito por DCV foi investigada por meio de modelos de regressão de Cox, com estimativas dos hazard ratios (HR) e intervalos de confiança de 95% (IC 95%) brutos e ajustados. <b>Resultados:</b> Após ajustes, indivíduos do 3º (homens: 219,4-361,5 g/d; mulheres: 320,6-479,1 g/d) e 4º (homens: &gt;361,5 g/d; mulheres: &gt;479,1 g/d) quartis de consumo de laticínios totais apresentaram risco de morte por DCV 62% (HR: 0,38; IC 95%: 0,15-0,99) e 64% (HR: 0,38; IC 95%: 0,14-0,94) menor, respectivamente, em relação aos indivíduos do 1º quartil. Adicionalmente, indivíduos do 4º quartil de consumo de leite (homens: &gt;259,5 g/d; mulheres: &gt;321,3 g/d) apresentaram um risco de morte por DCV 66% menor (HR: 0,34; IC 95%: 0,14-0,86), enquanto indivíduos do 2º quartil de consumo de laticínios com alto teor de gordura (homens: 20,9-61,7 g/d; mulheres: 51,4-102,5 g/d) apresentaram risco de morte por DCV 70% (HR: 0,30; IC 95%: 0,10-0,92) menor em comparação aos indivíduos do 1º quartil. Nenhuma associação foi observada entre consumo de laticínios com baixo teor de gordura ou laticínios fermentados e risco de morte por DCV. <b>Conclusões:</b> Os resultados sugerem um efeito benéfico do consumo de laticínios totais, leite e laticínios com alto teor de gordura sobre o risco de morte por DCV, evidenciando a importância de políticas públicas de incentivo ao consumo de laticínios no país.</p>
<p style="text-align: center;"><b>008</b></p> <p><b>DETERMINANTE SOCIAL E MORTALIDADE POR DOENÇA ISQUÊMICA DO CORAÇÃO NO BRASIL</b></p> <p>Luiz Antonio Viegas de Miranda Bastos<sup>1</sup>, Luiz Antonio Viegas de Miranda Bastos<sup>1</sup>, José Lucas Peres Bichara<sup>1</sup>, Sandra Chagas da Costa Feliciano<sup>1</sup>, Paulo Blanco Villela<sup>1</sup>, Gláucia Maria Moraes de Oliveira<sup>1</sup></p> <p>(1) Universidade Federal do Rio de Janeiro UFRJ</p> <p><b>Introdução:</b> As Doenças do Aparelho Circulatório (DAC) são a principal causa de morte no Brasil e no mundo, sendo as Doenças Isquêmicas do Coração (DIC) de grande importância entre elas. Esta relevância aumenta com o envelhecimento da população mundial e parece estar relacionada com os determinantes de vulnerabilidade social de cada país. <b>Objetivos:</b> Analisar a evolução temporal da taxa de mortalidade por DIC por sexo, faixa etária, Unidade da Federação (UF) e Regiões Geográficas (RG) no Brasil, de 1980 a 2019, e a associação com o Índice de Vulnerabilidade Social (IVS). <b>Métodos:</b> Estudo ecológico de séries temporais dos óbitos por DIC no Brasil. Analisou-se a taxa de mortalidade bruta e padronizada por DIC por sexo, faixa etária, UF e RG entre 1980 e 2019. Os dados foram correlacionados com o IVS. Os óbitos e a população foram retirados do DATASUS para estimar taxas de mortalidade por 100.000 habitantes, brutas e padronizadas (método direto com população brasileira de 2000). O Índice de Vulnerabilidade Social (IVS) de cada UF foi extraído do site Atlas da Vulnerabilidade Social. <b>Resultados:</b> Entre 1980 e 2019, ocorreram 10.836.004 óbitos por DAC e 3.264.828 por DIC no Brasil, sendo 52,86% e 58,39%, respectivamente, em homens. A análise da taxa de mortalidade por DIC padronizada pela idade apresentou tendência de queda em âmbito nacional. A relação entre a variação desta taxa entre os anos de 1980 e 2019 e o IVS 2010 demonstrou redução na mortalidade nas UF com IVS menor que 0,35 (Figura 1). <b>Conclusão:</b> Os determinantes sociais, representados pelo IVS, têm correlação com a mortalidade por DIC, nas UF do Brasil, onde as menos desiguais apresentam menos mortalidade por essa causa.</p>	<p style="text-align: center;"><b>009</b></p> <p><b>EFEITOS DO DIODO EMISOR DE LUZ (LED) NA RESPIRAÇÃO MITOCONDRIAL, NO ESTRESSE OXIDATIVO E NO PERFIL INFLAMATÓRIO DE CÉLULAS-TRONCO SUBMETIDAS À TOXICIDADE POR DOXORRUBICINA</b></p> <p>STELLA DE SOUZA VIEIRA<sup>1</sup>, Bárbara Sampaio Dias Mansano<sup>2</sup>, Vitor Pocarini da Rocha<sup>1</sup>, Igor Luiz Azevedo Teixeira<sup>1</sup>, Bruno Lemes de Melo<sup>1</sup>, Paulo José Ferreira Tucci<sup>1</sup>, Andrey Jorge Serra<sup>1</sup></p> <p>(1) Laboratório de fisiologia e fisiopatologia cardíacas, Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP), (2) Programa de Pós graduação em Biotecnologia aplicada a saúde, Universidade Nove de Julho (UNINOVE)</p> <p><b>Introdução:</b> É sabido que a doxorubicina (DX) causa danos de grande magnitude nos cardiomiócitos. Para atenuá-los, diversas alternativas foram testadas, como o uso de células-tronco (CT). Entretanto, o potencial terapêutico das CT pode ser abordado pela ação direta da DX, culminando em redução da sobrevivência das CT após o transplante. Assim, testamos o uso do pré-condicionamento com Diodo Emissor de Luz (LED) em CT mesenquimais do tecido adiposo (CTMA) submetidas à toxicidade por DX, a fim de potencializar suas propriedades resistivas. <b>Métodos:</b> CTMA provenientes de ratos Fisher-344 foram irradiadas com LED (0,5J, 2J, 4J), Decóntons 60s, as CTMA foram incubadas com DX (25µg/ml) por 60min para análise de atividade mitocondrial (AM), ATP, anexina V, óxido nítrico (NO), IGF-1, VEGF, IL-10 e IL-6. <b>Resultados:</b> a DX induziu menor AM quando comparada ao grupo controle (CT-C), exceto em células irradiadas, que apresentaram ainda maiores níveis de AM quando comparadas ao CT-C. Células irradiadas cursaram com maiores níveis de ATP quando comparadas às que foram incubadas com DX (CT-DX), independente da exposição radiante. Acrescenta-se que o grupo 4J apresentou maior teor de ATP em comparação com o CT-C. CT-DX tiveram menor concentração de NO, situação abolida em células 2J e 4J. CT-DX apresentaram aumento da apoptose, exceto nos grupos 0,5J e 4J. A secreção de IGF-1 não foi alterada pela DX, exceto para o grupo 4J. As secreções de VEGF e de IL-10 não foram reduzidas em CT-DX, mas não em células irradiadas. Apenas as doses 0,5J e 4J foram eficazes na redução de IL-6. <b>Conclusão:</b> o LED foi eficaz em reduzir os danos mitocondriais e a apoptose e promoveu a manutenção da produção de ATP. NO e VEGF em CTMA após toxicidade por DX, além de induzir perfil inflamatório mais favorável à sobrevivência das células.</p>



4- Participação no Congresso Brasileiro de Cardiologia de 2021 com *e-poster* com título: *Determinante social e mortalidade por doença do aparelho circulatório no Brasil entre 1980 e 2019*

Temas Livres Pôsteres Jovem Pesquisador Não Relato de Caso - SBC 2021



<p style="text-align: center;"><b>325</b></p> <p><b>DESFECOS EOCARDIOGRÁFICOS DE PACIENTES SUBMETIDOS A IMPLANTE TRANSCATETER DE PRÓTESE VALVAR AÓRTICA POR VIA TRANSPICAL: SÉRIE DE CASOS</b></p> <p>Fernando Bermudez Kubrusly3, Murilo Winter de Paula1, Bruno de Faria Melquides da Rocha1, Douglas Mesadri Gewehr3, Michael Hikaru Mikami1, Luiz Fernando Kubrusly3, Allan Fernando Giovanini1</p> <p>(1) Faculdade Evangélica Mackenzie do Paraná, Curitiba, PR, Brasil, (2) Instituto Denton Cooley de Pesquisa, Ciência e Tecnologia, Curitiba, PR, Brasil, (3) Instituto do Coração de Curitiba (INCOR Curitiba), Curitiba, PR, Brasil</p> <p><b>Fundamento:</b> O implante percutâneo da valva aórtica por cateter (TAVI) tornou-se uma terapia consagrada para pacientes com elevado risco cirúrgico, não elegíveis para cirurgia cardíaca convencional, principalmente por acometer indivíduos idosos e com muitas comorbidades. <b>Objetivos:</b> Caracterizar o perfil clínico e ecocardiográfico dos pacientes eleitos para TAVI, pelas vias transapical e transfemorais, e avaliar os desfechos ecocardiográficos ao longo dos primeiros 24 meses em um centro de cirurgia cardiovascular de Curitiba. <b>Metodologia:</b> Foram incluídos pacientes consecutivos submetidos ao TAVI, pelas vias transapical e transfemorais, entre 2014 e 2021. Os pacientes foram acompanhados anualmente e os dados clínicos e ecocardiográficos foram coletados retrospectivamente e prospectivamente. <b>Resultados:</b> Foram submetidos ao implante 36 pacientes, com média de idade de 79 anos, sendo 55% homens, todos pacientes com estenose aórtica e algum grau de insuficiência, com 4 casos de valvas bicuspides e 32 de valvas tricúspides. Aproximadamente 90% dos pacientes apresentavam dislipidemia e quase 70%, hipertensão arterial sistêmica. A classe funcional da NYHA foi de III ou IV em 35 casos e II em apenas um caso. A área valvar inicial foi <math>0,61 \pm 0,26</math> cm<sup>2</sup>, gradiente máximo de <math>70,3 \pm 24,5</math> mmHg, gradiente médio <math>42,2 \pm 18,8</math> mmHg, com STS 3% - 11%. As próteses implantadas foram BiTrio e Biovale. Não houve nenhum caso de mortalidade peroperatória; em 30 dias 2 casos (sendo um de origem cardíaca); em 6 meses 1 caso também de origem cardíaca; 12 meses 1 caso por AVE. Foi perceptível o aumento da fração de ejeção e da área valvar, bem como uma redução da massa, do diâmetro sistólico e diastólico do ventrículo esquerdo ao final dos 24 meses de acompanhamento. <b>Conclusão:</b> O implante de valva aórtica por cateter (TAVI) foi realizado com alto índice de sucesso e baixa mortalidade, sendo grande parte dos casos por via transapical, modalidade de maior expertise do nosso centro cardiovascular.</p>	<p style="text-align: center;"><b>326</b></p> <p><b>DESMISTIFICANDO O PARADOXO DA OBESIDADE NA INSUFICIÊNCIA CARDÍACA COM FRAÇÃO DE EJEÇÃO REDUZIDA</b></p> <p>Nathália Felix Araujo Salvinio1, Nathália Felix Araujo Salvinio1, Pedro Pimenta de Mello Spine11, Lyz Tavares de Sousa1, Fabio Maia Arahao1, Dentilson Campos de Albuquerque1, Ricardo Mourão Rocha1</p> <p>(1) Universidade Estadual do Rio de Janeiro</p> <p><b>Introdução:</b> A obesidade é uma doença crônica, que também é fator de risco para outras doenças, como por exemplo, a insuficiência cardíaca (IC). No entanto, em pacientes com IC crônica, a obesidade tem sido considerada por diversos autores um fator protetor, condição denominada "paradoxo da obesidade". <b>Objetivo:</b> Avaliar o impacto da obesidade no prognóstico de pacientes ambulatoriais portadores de IC de fração de ejeção reduzida (ICFER) de etiologia isquêmica. <b>Resultados:</b> Análise retrospectiva e prospectiva. Foram incluídos 242 pacientes portadores de ICFER de etiologia isquêmica (71% do sexo masculino) do ambulatório de um hospital terciário. Seguindo a atual classificação para obesidade (OB) da OMS: magreza 2,1%; eutróficos 35,1%. Sobre peso 37,2%, OB grau I 17,8%, OB grau II 7% e OB grau III 0,8%. Devido ao reduzido n, foram excluídos da análise os grupos magreza e obesidade grau III. Os demais grupos foram comparativamente semelhantes em relação à idade, pressão arterial, frequência cardíaca. O grupo obesidade grau II apresentou predomínio de pacientes em classe funcional 3, enquanto nos demais grupos em classe funcional 2, já o grau de disfunção foi predominantemente grave em todos os grupos. No grupo obesidade grau II observou-se ainda maior incidência de alcoolismo, FA e diabetes. O tempo de seguimento foi de 6 meses a 10 anos, média de 70,3 meses, com 50% de óbito. Na análise univariada o IMC não esteve associado a melhor prognóstico. No entanto, na análise de subgrupo, os portadores de obesidade grau I apresentaram maior sobrevida que os portadores de obesidade grau II (p 0,033). <b>Conclusão:</b> O paradoxo da obesidade não foi demonstrado em pacientes ambulatoriais portadores de ICFER de etiologia isquêmica.</p>
<p style="text-align: center;"><b>327</b></p> <p><b>DETERMINANTE SOCIAL E MORTALIDADE POR DOENÇA DO APARELHO CIRCULATÓRIO NO BRASIL ENTRE 1980 E 2019</b></p> <p>Luiz Antonio Viegas de Miranda Bastos1, José Lucas Peres Bichara1, Sandra Chagas da Costa Feliciano1, Paulo Blanco Villela1, Gláucia Maria Moraes de Oliveira1</p> <p>(1) Universidade Federal do Rio de Janeiro UFRJ</p> <p><b>Introdução:</b> As Doenças do Aparelho Circulatório (DAC) são a principal causa de morte no Brasil e no mundo, sendo responsáveis por aproximadamente 30% do total. Esta relevância aumenta com o envelhecimento da população mundial e parece estar relacionada com os determinantes sociais de cada país. <b>Objetivo:</b> Analisar a evolução temporal das taxas de mortalidade por DAC por sexo, faixa etária, Unidade da Federação (UF) e Regiões Geográficas (RG) no Brasil, de 1980 a 2019, e as associações com o Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM). <b>Métodos:</b> Estudo ecológico de séries temporais dos óbitos por DAC no Brasil. Analisou-se a taxa de mortalidade bruta e padronizada por DAC por sexo, faixa etária, UF e RG entre 1980 e 2019. Os dados foram correlacionados com o IDHM no ano de 2010. Os óbitos e a população foram retirados do DATASUS para estimar taxas de mortalidade por 100.000 habitantes, brutas e padronizadas (método direto com população brasileira de 2000). O Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) de cada UF foi extraído do site Atlas Brasil (ATLAS BRASIL, 2017). <b>Resultados:</b> Entre 1980 e 2019, ocorreram 10.836.004 óbitos por DAC no Brasil, sendo 52,86% em homens. A análise da taxa de mortalidade por DAC padronizada pela idade apresentou tendência de queda em âmbito nacional. A relação entre as variações desta taxa entre os anos de 1980 e 2019 e o IDHM 2010 demonstrou redução na mortalidade nas UF com IDHM acima de 0,7 (Gráfico 1). <b>Conclusão:</b> Os determinantes sociais, representados pelo IDHM têm correlação com a mortalidade por DAC nas UF do Brasil, onde as mais desenvolvidas apresentam menos mortalidade por essas causas.</p> <p style="text-align: center;">Gráfico 1 - Relação entre o IDHM de 2010 e a variação entre a taxa de mortalidade padronizada por DAC entre os anos de 1980 a 2019</p>	<p style="text-align: center;"><b>328</b></p> <p><b>DIABETES E DOENÇA RENAL CRÔNICA: PREVALENCIA, FATORES ASSOCIADOS E INFLUENCIA NO TRATAMENTO MÉDICO OTIMIZADO DE PACIENTES COM DOENÇA ARTERIAL CORONARIANA</b></p> <p>Henrique Trombini Pines1, Eduardo Martelli Moreira1, Thiago de Assis Fischer Ramos1, Fabiana Hanina Rached1, Fabio Grunpun Pitta1, Cibele Larrosa Garzillo1, Eduardo Gomes Lima1, Carlos Vicente Serrano Junior1</p> <p>(1) Instituto do Coração HCFMUSP</p> <p><b>Introdução:</b> Diabetes mellitus (DM) e doença renal crônica (DRC) são comorbidades de grande importância terapêutica e prognóstica em pacientes com doença arterial coronariana (DAC). O conhecimento sobre sua prevalência e fatores associados são necessários para o adequado manejo dessa população. <b>Material e métodos:</b> Trata-se de uma análise transversal de uma coorte de 869 pacientes inscritos em um registro DAC de um hospital terciário no Brasil. Para serem incluídos, os pacientes precisavam ter um procedimento de revascularização coronariana prévio (percutâneo ou cirúrgico), síndrome coronariana aguda prévia ou angina com estenose coronariana conhecida superior a 50%. A DRC foi definida como depuração de creatinina &lt; 60 mL/min. DM foi definida como uso contínuo de hipoglicemiantes ou hemoglobina glicada &gt; 6,5%. <b>Resultados:</b> A média de idade foi de 64,7 anos, 261 (30%) eram mulheres, 528 (61%) tinham infarto do miocárdio prévio e 547 (63,4%) tinham um procedimento de revascularização prévio. DM foi diagnosticada em 449 (51,7%) pacientes e DRC em 280 (32,2%). Ambas as comorbidades eram concomitantes em 151 (17,4%) pacientes. Na análise multivariada, a DRC foi correlacionada ao sexo feminino (OR 2,94; IC 95% 1,88-4,67), idade (OR 1,20; IC95% 1,16-1,23), IMC (OR 0,80; IC95% 0,76-0,84) e HDL-colesterol (OU 0,97; IC 95% 0,96-0,99). DM esteve associado à idade (OR 1,02; IC95% 1,00-1,04), IMC (OR 1,05; IC95% 1,01-1,08), pressão alta (OU 2,1; IC95% 1,39-3,21) e frequência cardíaca (OR 1,02; IC95% 1,00-1,03). A presença concomitante de DRC e DM esteve associada à idade (OR 1,09; IC95% 1,06-1,13) e fração de ejeção do ventrículo esquerdo (OR 0,97; IC 95% 0,95-0,98). Pacientes com DM eram mais propensos a receber inibidores da enzima conversora de angiotensina ou bloqueadores do receptor de angiotensina II (79,3% x 67,1%, p &lt; 0,001) e bloqueadores dos canais de cálcio (41,9% x 31,2%, p = 0,001). Pacientes com DM e DRC tiveram maior uso de nitratos (38,4% x 25,6%, p = 0,002). Não houve diferença na prescrição de medicamentos antitrombóticos, betabloqueadores ou estatinas entre os grupos. <b>Discussão e conclusão:</b> DM e DRC são comorbidades muito prevalentes em pacientes com DAC. Estão associadas à idade e a outros fatores de risco, tais como pressão alta e fração de ejeção ventricular esquerda reduzida. Apesar de serem tipicamente substratados em outros registros, esse fato não foi observado em nossa população.</p>

5- Participação no Congresso Brasileiro de Cardiologia e Congresso Mundial de Cardiologia de 2022 com e-poster com título *Mortality from diseases of the circulatory system in Brazil and its relationship with social determinants focusing on vulnerability*



YOUNG RESEARCHER - POSTER RESEARCHER - NON-CASE REPORT

**107969**

**MODALITY: E-POSTER YOUNG RESEARCHER - NON-CASE REPORT**  
**CATEGORY: COVID-19 AND CARDIOVASCULAR SYSTEM**

**TITLE: LONG TERM PROGNOSTIC VALUE OF TROPONIN ELEVATION ON ADMISSION AFTER HOSPITALIZATION FOR COVID-19**

GABRIEL SALIM SAUD DE OLIVEIRA<sup>1</sup>, JOÃO ROQUETTE FLEURY DA ROCHA<sup>1</sup>, BÁRBARA MARIZ FERREIRA PASSOS<sup>1</sup>, ISMAEL MAGALHÃES MATOS DE FARIA<sup>1</sup>, ANA CAROLINA RODRIGUES LADO<sup>1</sup>, RICARDO ANTONIO CORREIA LIMA<sup>1</sup>, PEDRO PAULO NOGUEIRAS SAMPAIO<sup>1</sup>, JULIANO CARVALHO GOMES DE ALMEIDA<sup>1</sup>, JOÃO MANSUR FILHO<sup>1</sup>, ROBERTO MUNIZ FERREIRA<sup>1</sup>, LÚCIA HELENA ALVARES SALIS<sup>1</sup>, NELSON ALBUQUERQUE DE SOUZA E SILVA<sup>1</sup>

(1) FEDERAL UNIVERSITY OF RIO DE JANEIRO, EDSON SAAD HEART INSTITUTE, BRAZIL; (2) SAMARITANO HOSPITAL, BOTAFOGO, RIO DE JANEIRO, BRAZIL.

**Introduction:** Several biomarkers have demonstrated prognostic value in patients with Coronavirus Disease-2019 (COVID-19), primarily during hospitalization. Troponin I (TnI) has been widely studied in this context, though its association with outcomes after the initial hospitalization period remains unknown. **Objectives:** To determine the association between high sensitivity Troponin I elevation above the 99th percentile upper reference limit on admission in hospitalized patients with COVID-19 and long term survival among those who were successfully discharged. **Methods:** Medical records from consecutive patients with confirmed COVID-19 admitted to a single institution between March and July 2020 were retrospectively analysed. Clinical data and TnI values were collected and correlated with long term mortality after the index hospitalization. **Results:** Among 230 patients, 194 survived until hospital discharge, of which 149 had TnI values on admission and were included in the analysis. Median age was 65 years (52-78) and 56.4% were male. Cardiovascular disease (CVD) was present in 12%, and 36.2% were treated in the intensive care unit (ICU). Troponin elevation occurred in 21 patients (14.1%), and 9 (6%) died after a median follow up of 631 days (612-643). Troponin was associated with death in the univariate (OR 16.7; 95% CI 3.8-73.6, p<0.001) and multivariate analyses (OR 6.6; 95% CI 1.5-42.6, p=0.02), after adjusting for age, previous CVD, ICU admission, C-reactive protein and creatinine values. Figure 1 represents the Kaplan-Meier survival estimates after hospital discharge according to TnI elevation. **Conclusions:** Although most patients have a favourable outcome after hospitalization for COVID-19, cardiac injury on admission appears to remain predictive of long term survival after discharge.

**107978**

**MODALITY: E-POSTER YOUNG RESEARCHER - NON-CASE REPORT**  
**CATEGORY: ACUTE AND CHRONIC CORONARY DISEASE/ THROMBOLYSIS**

**TITLE: VALIDATION OF THE GRACE RISK SCORE TO PREDICT IN-HOSPITAL AND 6-MONTH POST-DISCHARGE MORTALITY IN PATIENTS WITH ACUTE CORONARY SYNDROME**

VÍTOR BONIATTI NEVES<sup>1</sup>, VÍTOR BONIATTI NEVES<sup>1</sup>, RAQUEL MELCHIOR ROMAN<sup>1</sup>, TIAGO VENDRUSCOLO<sup>1</sup>, GILBERTO HEINECKE<sup>1</sup>, CARLOS ALBERTO SANTOS DE MATOS<sup>1</sup>, EDUARDO ILHA DE MATOS<sup>1</sup>, LUIZ CARLOS PEREIRA BIN<sup>1</sup>, KARINE DE LIMA SÍRIO BOCLIV<sup>1</sup>, MARCELO FIALHO ROMAN<sup>1</sup>

(1) FACULDADE MERIDIONAL (IMED), PASSO FUNDO, RS – BRAZIL; (2) HOSPITAL DE CLÍNICAS DE PASSO FUNDO (HCPF), PASSO FUNDO, RS – BRAZIL; (3) UNIVERSIDADE ESTÁCIO DE SÁ (UNESA), RIO DE JANEIRO, RJ – BRAZIL.

**Background:** The wide range of clinical presentations of acute coronary syndrome (ACS) makes it indispensable to use tools for risk stratification and for appropriate risks management; thus, the use of prognosis scores is recommended in the immediate clinical decision-making. **Objective:** To validate the Global Registry of Acute Coronary Events (GRACE) score as a predictor of in-hospital and 6-month post-discharge mortality in a population diagnosed with ACS. **Methods:** This is a prospective cohort study of consecutive patients diagnosed with ACS between May and December 2018. GRACE scores were calculated, as well as their predictive value for in-hospital and 6-month post-discharge mortality. The validity of the model was assessed by two techniques: discriminative power using the area under the receiver operating characteristic curve (AUC) and goodness-of-fit, using the Hosmer-Lemeshow (HL) test, at the 5% level of significance. **Results:** A total of 160 patients were included, mean age 64 (±10.9) years, of which 60% were men. The risk model showed to have satisfactory ability to predict both in-hospital mortality, with an area under the curve (AUC) of 0.78 (95% confidence interval [CI], 0.57-0.94, p = 0.014), and 6-month post-discharge mortality, with AUC of 0.78 (95%CI, 0.52-0.94), p = 0.002. The HL test indicated good-fit for both models of the GRACE score. **Conclusion:** In this study, the GRACE risk score for predicting mortality was appropriately validated in patients with ACS, with good discriminative power and goodness-of-fit. The results suggest that the GRACE score is appropriate for clinical use in our setting.

**108053**

**MODALITY: E-POSTER YOUNG RESEARCHER - NON-CASE REPORT**  
**CATEGORY: EPIDEMIOLOGY AND HEALTH POLICIES/ GLOBAL HEALTH**

**TITLE: MORTALITY FROM DISEASES OF THE CIRCULATORY SYSTEM IN BRAZIL AND ITS RELATIONSHIP WITH SOCIAL DETERMINANTS FOCUSING ON VULNERABILITY**

LUIZ ANTONIO VIEGAS DE MIRANDA BASTOS<sup>1</sup>, LUIZ ANTONIO VIEGAS DE MIRANDA BASTOS<sup>1</sup>, JOSÉ LUCAS PERES BICHARA<sup>1</sup>, PAOLO BLANCO VILLELA<sup>1</sup>, GABRIELA DA SILVA NASCIMENTO<sup>1</sup>, GLÁUCIA MARIA MORAES DE OLIVEIRA<sup>1</sup>

(1) UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO UFRJ

**Introduction:** Deaths from diseases of the circulatory system (DCS) and ischemic heart diseases (IHD) are declining, but slowly in developing countries, emphasizing its probable relationship with determinants of social vulnerability. **Objectives:** To analyze the temporal progression of mortality rates of DCS and IHD from 1980 to 2019 and the association of the rates with the Municipal Human Development Index (MHDI) and Social Vulnerability Index (SVI) in Brazil. **Methods:** We estimated the crude and standardized mortality rates of DCS and IHD and analyzed the relationship between the obtained data and the MHDI and SVI. Data on deaths and population were obtained from Ipea. The MHDI and the SVI of each federative unit were extracted from the websites Atlas Brasil and Atlas da Vulnerabilidade Social, respectively. **Results:** The age-standardized mortality rates of DCS and IHD showed a downward trend nationwide, which was unequal across the federative units. There was an inversely proportional relationship between the standardized mortality rates of DCS and IHD and the MHDI. The downward mortality trend was observed when the indices were greater than 0.70 and 0.75, respectively. The SVI was directly proportional to the standardized mortality rates of DCS and IHD. An upward mortality trend was observed with an SVI greater than 0.35. **Conclusion:** Social determinants represented by the MHDI and the SVI were related to mortality from DCS and IHD across the Brazilian federative units. The units with most development and least social inequalities had the lowest mortality from these causes. The most vulnerable die the most.

**108060**

**MODALITY: E-POSTER YOUNG RESEARCHER - NON-CASE REPORT**  
**CATEGORY: HYPERTENSION/RENAL DENERVATION**

**TITLE: METHOTREXATE ASSOCIATED WITH LIPID NANOPARTICLES PREVENTS INTERSTITIAL FIBROSIS OF THE LEFT VENTRICLE IN SPONTANEOUSLY HYPERTENSIVE RATS**

ALINE DE OLIVEIRA SILVA<sup>1</sup>, MARIA CAROLINA GUIDO<sup>1</sup>, MAURICIO TAVARES COSTA<sup>1</sup>, NATÁLIA DE MENEZES LOPES<sup>1</sup>, AMANDA DE ALMEIDA SILVA<sup>1</sup>, PRISCILA OLIVEIRA CARVALHO<sup>1</sup>, RAUL CAVALCANTE MARRANHÃO<sup>1</sup>

(1) INSTITUTO DO CORAÇÃO, HOSPITAL DAS CLÍNICAS HCFMUSP, FACULDADE DE MEDICINA, UNIVERSIDADE DE SAO PAULO, SP, BRAZIL.

**Background:** Systemic arterial hypertension is a major risk factors for cardiovascular diseases. Interstitial fibrosis is directly associated with ventricular dysfunction in spontaneously hypertensive rats (SHR). Incorporation of methotrexate (MTX), a folic acid inhibitor, into lipid nanoparticles (LDE) increases cellular uptake and decreases MTX toxicity. LDE-MTX showed potent anti-inflammatory and anti-proliferative effects in rabbits with atherosclerosis and rheumatoid arthritis. In rats submitted to acute myocardial infarction, LDE-MTX reduced infarct size and left ventricular (LV) dysfunction. **Aim:** To investigate the effect of LDE-MTX treatment on the prevention of cardiac remodeling that occurs in SHR rats. **Methods:** Three groups of 6-week-old male rats were studied: 1) Control (CT, n=8). Wistar-Kyoto rats weekly treated with 1 IP injection of saline solution; 2) SHR-LDE (n=8): SHR rats treated with injection of LDE only and 3) SHR-LDE-MTX (n=8): SHR rats treated with LDE-MTX (1mg/kg intraperitoneally, weekly, for 20 weeks). After the treatment period, echocardiography was performed and the animals were euthanized for LV morphometry and protein expression by Western blot. **Results:** Compared to CT, SHR group presented LV dilation, represented by increase in systolic and diastolic diameters, cardiac hypertrophy due to increased LV posterior wall thickness and relative heart weight. SHR also had reduced ejection fraction and LV shortening, indicating LV systolic dysfunction. In SHR-LDE, there was increase in collagen content in the interstitial fibrosis of the LV, possibly resulting from an increase in type 1 collagen, which indicates increase in fibrosis of LV. LDE-MTX had no effect on LV dilation, cardiac hypertrophy or LV systolic dysfunction in SHR rats. However, LDE-MTX decreased LV interstitial fibrosis. In order to identify possible mechanisms associated with LDE-MTX and the reduction of interstitial fibrosis, we quantified the expression of angiotensin II receptors type 1 (AT1) and 2 (AT2) in the LV of the animals. However, there was no difference in the expression of AT1 and AT2 between the 3 groups. **Conclusion:** LDE-MTX treatment reduced LV interstitial fibrosis in SHR rats, possibly by reducing type 1 collagen expression, despite having no effect on LV systolic dysfunction. It is possible that the reduction in LV fibrosis achieved by treatment with LDE-MTX reduces the damage of hypertension on cardiac function when the animal reaches more advanced.